

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE RECURSOS PARA LA
PLANTA GLORIA DE CONCRETOS SUPERMIX, UTILIZANDO COMO
INDICADORES LA DE MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y COSTOS”.**

TESIS PRESENTADA POR EL BACHILLER:

Gutiérrez Argote, Fabrizio André

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AREQUIPA – PERÚ

2015

DEDICATORIA

Gracias por todo.

A mi hijo Mateo; eres mi orgullo y motivación, libras mi mente de todas las adversidades que se presentan y me impulsas a superarme cada día para ofrecerte siempre lo mejor. No es fácil, pero tal vez si no te tuviera, no habría logrado tantas cosas. Constantemente busco ser un buen ejemplo para ti. No sabes cuánto te quiero.

A mi mejor amiga, compañera y esposa Anir. Gracias por el hermoso hijo que me has dado, por tu comprensión, apoyo constante ante cualquier problema, por todo el amor que me has dado, por estar conmigo en las buenas y malas. Eres la persona más importante en mi vida, contigo aprendí muchas cosas.

A mis padres; por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias porque desde el inicio me han apoyado en todo. Ha sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

ABSTRACT

This work is a result of a evaluation of the actual production process of ready-mix concrete and the general planning in the Concretos Supermix plant located in the installations of Gloria. This thesis indents to increase productivity with technical improvements, good planning and management of resources. Where is shown that by evaluation indicators the performance measurement of resources and analytical tools of projects, an improvement in productivity and cost reduction.

This project was elaborated in the operational area of the company. The scope of this thesis culminates with improved productivity and increase profitability.

Chapter I: Theoretical approach is developed that begins with the identification and description of the project. It then continues with the determination of the objectives and the hypothesis to prove. It finally explains the variables, indicators, type of study, justification and slope of the work.

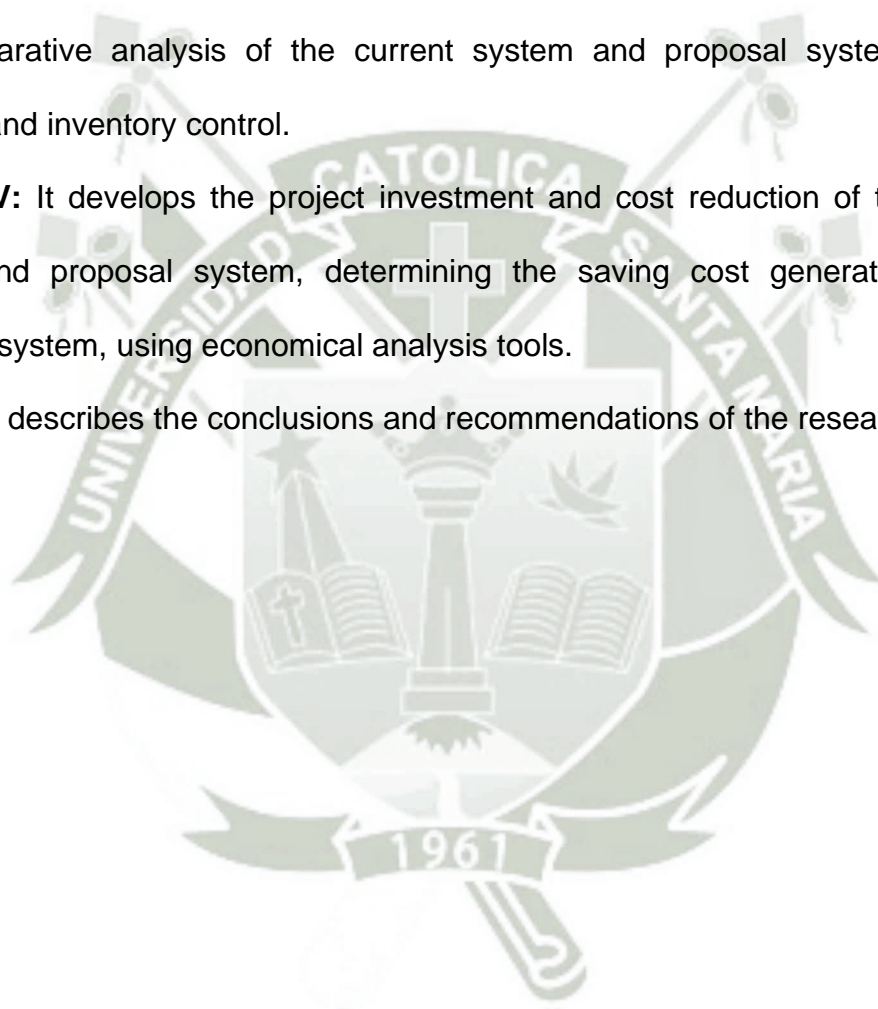
Chapter II: It covers the theoretical framework which conceptualizes the key terms presents in the study time, production, planning, market and ready mix concrete.

Chapter III: We can find information of the company, begins with the location, infrastructure, organization chart, lay out and description of the process, resources required and historical demand.

Chapter IV: It is related to the current diagnosis which describes the causes affecting the productivity and proposal of optimization, cost reduction, the methodology, evaluation indicators the performance measurement of resources for the comparative analysis of the current system and proposal system, correct planning and inventory control.

Chapter V: It develops the project investment and cost reduction of the current system and proposal system, determining the saving cost generated by the proposed system, using economical analysis tools.

All in all, it describes the conclusions and recommendations of the research work.



RESUMEN

El presente trabajo consiste en una evaluación del proceso productivo actual del concreto premezclado y la planificación en general de la planta de Concretos Supermix ubicada en las instalaciones de Gloria. Esta tesis propone un aumento en la productividad mediante mejoras técnicas y una buena planificación de recursos. Donde se demostrará mediante indicadores de para la medición del rendimiento de los recursos y herramientas de análisis de proyectos, una mejora en la productividad y reducción de costos.

Este trabajo fue realizado en el área operativa de la empresa. El alcance de esta tesis culmina con la mejora de la productividad e incremento de la rentabilidad.

Capítulo I: Se desarrolla el planteamiento teórico que empieza por la identificación y descripción del problema, para luego continuar con la determinación de los objetivos y la hipótesis a demostrar. Finalmente se explican las variables, indicadores, tipo de estudio, justificación y alcances del trabajo.

Capítulo II: Se describe el marco teórico, donde se conceptualizan los términos de producción, planificación, mercado y concreto premezclado.

Capítulo III: Se puede encontrar la información de la empresa de estudio, la cual se inicia con la localización, infraestructura física, organigrama, lay out, descripción del proceso productivo, recursos necesarios y demanda histórica.

Capítulo IV: Consta del diagnóstico actual, donde se indica las causas que afectan la productividad, también describe la propuesta de optimización y reducción de costos, metodología a utilizar, indicadores de medición de utilización de recursos para el análisis comparativo entre el sistema actual y el propuesto, correcta planificación y control de inventarios.

Capítulo V: Se desarrolla las inversiones del proyecto y la reducción de costos, comparando el sistema actual y el propuesto, determinando los ahorros generales entre ambos utilizando herramientas de análisis de inversión.

Finalmente, se detallan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I: Introducción

1.1.	El Problema	1
1.1.1.	Enunciado	1
1.1.2.	Identificación del problema	1
1.1.3.	Descripción del problema	1
1.1.4.	Campo, Área y Línea.....	2
1.2.	Antecedentes	2
1.2.1.	Antecedentes Históricos	2
1.2.2.	Misión y Visión	3
1.2.3.	Análisis FODA	3
1.2.4.	Organización.....	4
1.2.5.	Aspectos Técnicos	5
1.2.6.	Diagnóstico de problemas operativos.....	6
1.3.	Limitación del estudio	6
1.4.	Objetivos	7
1.4.1.	Objetivo General	7
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	7
1.5.	Hipótesis.....	7
1.6.	Variables.....	8
1.6.1.	Independiente	8
1.6.2.	Dependientes	8
1.7.	Justificación	11
1.7.1.	Aspecto General	11
1.7.2.	Aspecto Tecnológico	11
1.7.3.	Aspecto Económico	11
1.7.4.	Importancia	11
1.7.5.	Viabilidad.....	12
1.7.6.	Consecuencias	12
1.7.7.	Alcance	12
1.8.	Metodología	13

Capítulo II: Marco Teórico

2.1.	Producción.....	14
2.2.	Recursos de las empresas	14
2.3.	Planificación de la producción	15
2.3.1.	Planeación de la producción	15
2.3.2.	Programación de la Producción	16
2.3.3.	El programa de producción es afectado por:	17
2.3.4.	La función de la programación de producción tiene como finalidad la siguiente:	17
2.3.5.	Control de producción.....	17
2.4.	Capacidad de producción.....	18
2.5.	Algunos conceptos importantes de capacidad	18
2.6.	Planificación de la capacidad	19
2.7.	Productividad	20
2.8.	Asignación del tiempo de preparación	20
2.9.	La industria (competencia).....	20
2.10.	Demanda del mercado.....	21
2.11.	Métodos cuantitativos de previsión de la demanda.....	21
2.11.1.	Modelos de series temporales	22
2.11.2.	Alisado exponencial.....	22
2.11.3.	Proyección de tendencia	23
2.11.4.	Variaciones estacionales	23
2.11.5.	Modelos de previsión causal.....	24
2.11.6.	Análisis de regresión para previsiones	24
2.12.	Definición de concreto	24
2.12.1.	Etimología.....	26
2.12.2.	Características y Comportamiento del Concreto	27
2.12.3.	Características mecánicas	28
2.12.4.	Características físicas del concreto	30
2.12.5.	Camión Concretero (Mixer).....	34

Capítulo III: Diagnóstico Situacional

3.1.	Localización de la Planta	36
3.2.	Infraestructura Física.....	37

3.3.	Servicios.....	40
3.4.	Maquinaria	40
3.5.	Equipos.....	40
3.6.	Descripción del proceso	41
3.7.	Diagrama de Bloques	45
3.8.	Diagrama de recorrido	47
3.9.	Medición de tiempos del proceso de carguío actual	48
3.10.	Diagrama de Proceso	49
En el siguiente cuadro se indican los procesos, así como también la duración y distancia de cada uno de ellos.		50
3.11.	Diagrama de análisis de proceso.....	51
3.12.	Productos que se fabrican.....	52
3.13.	Personal.....	53
3.14.	Materias primas	54
3.15.	Oferta y demanda histórica.....	55
3.15.1.	Oferta	55
3.15.2.	Demanda	55
3.16.	Capacidad de producción.....	56
3.17.	Marketing.....	57
3.18.	Precio.....	57
3.19.	Inventarios.....	57
3.19.1.	Inventarios de seguridad.....	60

Capítulo IV: Propuesta de Optimización

4.1.	Propósito	61
4.2.	Metas.....	61
4.3.	Metodología de Optimización.....	61
4.4.	Indicadores	62
4.5.	Propuesta de optimización del pesado de agregados	62
4.5.1.	Funcionamiento actual del carguío de tolva y balanza de agregados	62
4.6.	Lay Out Sistema Actual.....	64
4.7.	Descripción del sistema propuesto del carguío de tolva y balanza de agregados.....	65
4.7.1.	Cambio de tamaño de balanza de agregados	65

4.8.	Lay Out Sistema Propuesto	66
4.9.	Análisis comparativo del sistema propuesto frente al sistema actual.....	67
4.10.	Planificación de la producción	76
4.11.	Escenarios.....	84
4.12.	Planeación de inventarios	84
4.12.1.	Control de inventarios para materias primas	85
4.13.	Lotes de compra.....	89
4.14.	Consumo histórico de materias primas	91
4.15.	Causas externas para variaciones en lotes de pedido de compra	95
4.16.	Inventarios de Seguridad.....	97
Capítulo V: Cálculo de Costos y Análisis Económico		
5.1.	Calculo de coste	99
5.1.1.	Costo de Mano de Obra	100
5.1.2.	Costo de Uniformes.....	100
5.1.3.	Costo de EPPs	100
5.1.4.	Costo de Planta	100
5.1.5.	Costo de contenedores	101
5.1.6.	Costo de Cargador Frontal	101
5.1.7.	Depreciación de mixer	103
5.1.8.	Costos de equipos de bombeo.....	103
5.1.9.	Depreciación de camioneta.....	104
5.1.10.	Mantenimiento	104
5.1.11.	Depreciación de equipos de cómputo	105
5.1.12.	Depreciación de mueblería	105
5.1.13.	Costo de Materias Primas	105
5.1.14.	Costo de flete por pedidos de urgencia	111
5.1.15.	Costo de combustible.....	111
5.1.16.	Costo por servicios	113
5.1.17.	Personal administrativo	114
5.2.	Costo Actual vs Costo Propuesto	115
5.3.	Análisis Económico	118
5.3.1.	Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)	119

5.3.2.	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)	121
5.3.3.	Cálculo del Beneficio – Costo	121
CONCLUSIONES		123
RECOMENDACIONES		124
BIBLIOGRAFÍA.....		126
ANEXOS.....		128



ÍNDICE DE CUADROS

Capítulo I: Introducción

Cuadro N° 1. 1. Matriz FODA.	4
Cuadro N° 1. 2. Variables Dependientes e Independientes.	9

Capítulo III: Diagnóstico Situacional

Cuadro N° 3. 1. Servicios con los que dispone la empresa.	40
Cuadro N° 3. 2. Equipos.	40
Cuadro N° 3. 3. Historial de resistencias de concreto producidas en el 2014.	52
Cuadro N° 3. 4. Personal por puestos.	53
Cuadro N° 3. 5. Histórico de demanda de concreto en m ³ por trimestre.	56

Capítulo IV: Propuesta de Optimización

Cuadro N° 4. 1. Indicadores para la medición de la productividad.	62
Cuadro N° 4. 2. Histórico de productividad de planta.	68
Cuadro N° 4. 3. Productividad de planta propuesta.	68
Cuadro N° 4. 4. Capacidad de planta máxima actual vs propuesto.	69
Cuadro N° 4. 5. Comparación entre ambos sistemas de mano de obra directa.	69
Cuadro N° 4. 6. Histórico de productividad horas maquina mixer.	70
Cuadro N° 4. 7. Productividad de horas maquina mixer propuesto.	72
Cuadro N° 4. 8. Comparación entre la productividad de ambos sistemas de mano de obra para los operadores de mixer.	73
Cuadro N° 4. 9. Productividad de Cargador Frontal – Histórico.	74
Cuadro N° 4. 10. Comparación entre la utilización del cargador frontal actual vs propuesto.	75
Cuadro N° 4. 11. Productividad m ³ de concreto producido por hora de cargador frontal actual vs propuesto.	75
Cuadro N° 4. 12. Demanda histórica de concreto expresada en m ³	76
Cuadro N° 4. 13. Cálculo de ventas desestacionalizadas.	80
Cuadro N° 4. 14. Cálculo de las ecuaciones de las líneas de regresión.	81
Cuadro N° 4. 15. Ecuación de la recta.	82
Cuadro N° 4. 16. Pronóstico de demanda para el 2015.	83
Cuadro N° 4. 17. Demanda histórica y proyectada con escenarios.	84
Cuadro N° 4. 18. Diferencia entre ambas alternativas para el control de inventarios.	88
Cuadro N° 4. 19. Costo del cemento HE.	90
Cuadro N° 4. 20. Costo de agregados.	90
Cuadro N° 4. 21. Costo de aditivos.	91
Cuadro N° 4. 22. Consumo trimestral de materias primas 2011 – 2014.	92
Cuadro N° 4. 23. Ratios promedio de consumo por m ³ de concreto.	92

Cuadro N° 4. 24. Consumo aproximado de materias primas – 2015.	93
Cuadro N° 4. 25. Consumo total de materias primas 2015.	94
Cuadro N° 4. 26. Cantidad óptima de pedido para materias primas.	95
Cuadro N° 4. 27. Cantidad de pedido para materias primas.	96
Cuadro N° 4. 28. Inventarios de seguridad de materias primas.	98

Capítulo V: Cálculo de Costos y Análisis Económico

Cuadro N° 5. 1. Costo mano de obra Actual vs Propuesto.....	100
Cuadro N° 5. 2. Productividad m³ de concreto producido por hora de cargador frontal actual vs propuesto.....	102
Cuadro N° 5. 3. Costo actual – Cargador Frontal.	102
Cuadro N° 5. 4. Costo Propuesto – Cargador Frontal.	102
Cuadro N° 5. 5. Costo total de mantenimiento.....	104
Cuadro N° 5. 6. Costo de consumo de combustible de mixer – actual.	112
Cuadro N° 5. 7. Costo de consumo de combustible de mixer – propuesto.	112
Cuadro N° 5. 8. Costo actual vs propuesto.....	116
Cuadro N° 5. 9. Diferencia entre costos actual vs propuesto por tipo.	117
Cuadro N° 5. 10. Inversión anual del sistema propuesto.....	118
Cuadro N° 5. 11. Cálculo del VAN con acumulación de montos mensual.	120

ÍNDICE DE DIAGRAMA

Capítulo III: Diagnóstico Situacional

Diagrama N° 3. 1. Diagrama de Bloques del proceso Productivo.	45
Diagrama N° 3. 2. Diagrama de recorrido.....	47
Diagrama N° 3. 3. Diagrama de análisis de proceso productivo.	50
Diagrama N° 3. 4. Diagrama de análisis de proceso productivo detallado.....	51
Diagrama N° 3. 5. Diagrama de Pareto de las resistencias de concreto producidas en el 2014.....	53

ÍNDICE DE FIGURA

Capítulo II: Marco Teórico

Figura N° 2. 1. Camión mixer.	36
------------------------------------	----

Capítulo III: Diagnóstico Situacional

Figura N° 3. 1. Ubicación de Planta.....	36
--	----

ÍNDICE DE FORMATO

Capítulo III: Diagnóstico Situacional

Formato N° 3. 1. Medición de tiempos para procesos.....	49
Formato N° 3. 2. Control de Inventarios de materias primas actual.	59

Capítulo IV: Propuesta de Optimización

Formato N° 4. 1. Control de inventarios de Materias primas Propuesto.....	87
Formato N° 4. 2. Costo de ordenar un pedido.	89

ÍNDICE DE GRÁFICO

Capítulo III: Diagnóstico Situacional

Gráfico N° 3. 1. Histórico de producción trimestral 2011 – 2014.	56
---	----

Capítulo IV: Propuesta de Optimización

Gráfico N° 4. 1. Demanda histórica de concreto 2011 – 2014.	77
Gráfico N° 4. 2. PBI – 2011 a 2014.....	78
Gráfico N° 4. 3. Histórico de producción 2011 – 2014 y pronóstico 2015 en m ³	83

ÍNDICE DE LAY OUT

Capítulo III: Diagnóstico Situacional

Lay Out N° 3. 1. Distribución de la Planta Concretera.....	38
--	----

Capítulo IV: Propuesta de Optimización

Lay Out N° 4. 1. Lay out actual del proceso productivo del concreto, enumerado por tiempos en los que se hace cada proceso para un mayor entendimiento.	64
Lay Out N° 4. 2. Para el sistema propuesto se igualó el tiempo del pesado y carga de materiales junto con la carga del mixer.	66

ÍNDICE DE ORGANIGRAMA

Capítulo I: Introducción

Organigrama N° 1. 1. Organigrama General de la empresa.	5
--	---

Capítulo III: Diagnóstico Situacional

Organigrama N° 3. 1. Organigrama del área de Operaciones.	39
Organigrama N° 3. 2. Organigrama de la Planta Concretera.	39

ÍNDICE DE TABLA

Capítulo II: Marco Teórico

Tabla N° 2. 1. Evolución de la resistencia a la compresión de un concreto Portland normal.	32
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Tiempo de Carguío de Arena.	128
Anexo N° 2. Tiempo de Carguío de Agregados.	128
Anexo N° 3. Tiempo de Carguío de Cemento.	129
Anexo N° 4. Tiempo de programación de Planta.	129
Anexo N° 5. Tiempo de pesado de materiales y carga de mixer.	130
Anexo N° 6. Tiempo de transporte a la zona de inspección.	130
Anexo N° 7. Tiempo de batido e inspección.	131
Anexo N° 8. Datos para la proyección de demanda en Crystal Ball.	131
Anexo N° 9. Resultados de la proyección de demanda para el 2015 con Crystal Ball.	132
Anexo N° 10. Comparación entre proyección manual y Crystal Ball.	132
Anexo N° 11. Costo de mano de obra actual.	133
Anexo N° 12. Costo de mano de obra propuesto.	134
Anexo N° 13. Cantidad de uniformes anual.	135
Anexo N° 14. Costo de uniformes anual.	135
Anexo N° 15. Cantidad de EPPs anual.	136
Anexo N° 16. Costo de EPPs anual.	137
Anexo N° 17. Desglose de costos de Operador de Cargador Frontal.	138
Anexo N° 18. Costo actual total – Materias Primas.	141
Anexo N° 19. Costo propuesto total – Materias Primas.	141

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. El Problema

1.1.1. Enunciado

“Propuesta de optimización y planificación de recursos para la planta Gloria de Concretos Supermix, utilizando como indicadores la de medición de la productividad y costos”.

1.1.2. Identificación del problema

De qué manera podemos optimizar la producción utilizando menos recursos e incrementar la rentabilidad para la empresa.

1.1.3. Descripción del problema

Hoy en día el principal objetivo de las empresas es encontrar estrategias para aumentar la productividad disminuyendo los costos, sin alterar la calidad del producto final, aumentado la rentabilidad y haciendo más competitiva a la empresa. Actualmente en la Planta de concreto premezclado de Supermix, no hemos visto cambios para mejorar la producción y tampoco una correcta planificación de recursos. En el área de producción se manejan una serie de indicadores para medir la productividad sin embargo estos sirven como dato mas no para la gestión. También se hace una planificación y control de la producción pobre, basándose muchas veces en métodos cualitativos y la experiencia en periodos pasados.

1.1.4. Campo, Área y Línea

- Campo: Ingeniería Industrial
- Área: Producción
- Producto: Concreto premezclado

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Históricos

Yura S.A. decidió dedicarse a atender el mercado de consumo masivo de materiales de construcción, productos prefabricados y concreto listo para las obras, por la creciente demanda de mayor valor agregado en los productos que elaboraba la empresa, a fin de que entregasen mayores prestaciones en seguridad, mejores costos de servicio, variedad de productos y tiempos de atención. Se creó en 1998 la empresa “Yura División Concretos”.

La empresa comienza entregando productos de alta calidad y performance, a fin de facilitar la ejecución de proyectos de construcción que requieren de seguridad para constructores y usuarios. Para ello contrata personal técnico calificado y adquiere un laboratorio para realizar ensayos, el que también da servicio a terceros.

El 2011 comienzan las operaciones como “Concretos Supermix” una empresa perteneciente al Consorcio Cementero del Sur que a su vez forma parte del Grupo Gloria. Cada día se realizan mayores demandas para aprovechar mejor los tiempos de ejecución de obras, y para usar herramientas de construcción más modernas, así como insumos de

mayor calidad. Por eso, dispone de Plantas de concreto, mixers, bombas concreteras, bombonas, etc.

Concretos Supermix ha ampliado su radio de acción y en la actualidad tiene plantas de premezclado en Arequipa, Cusco, Tacna, Ilo, Juliaca, Puno, etc. Cuenta en cada una de ellas con toda la maquinaria y equipos especiales para atender grandes obras civiles de las regiones.

1.2.2. Misión y Visión

Misión: Ser una empresa líder en la producción y comercialización de concreto premezclado, agregados para la construcción, productos prefabricados de concreto, otros productos y servicios del sector de la construcción, así como también tener la confianza de los clientes y ser reconocidos por la calidad de nuestros productos.

Visión: Ser una organización líder y referente con operaciones en los principales proyectos de infraestructura a nivel nacional e internacional siendo considerados socios estratégicos y la mejor opción para nuestros clientes.

1.2.3. Análisis FODA

A continuación se muestra un análisis FODA de la situación actual de la empresa Concretos Supermix.

Cuadro N° 1. 1. Matriz FODA.

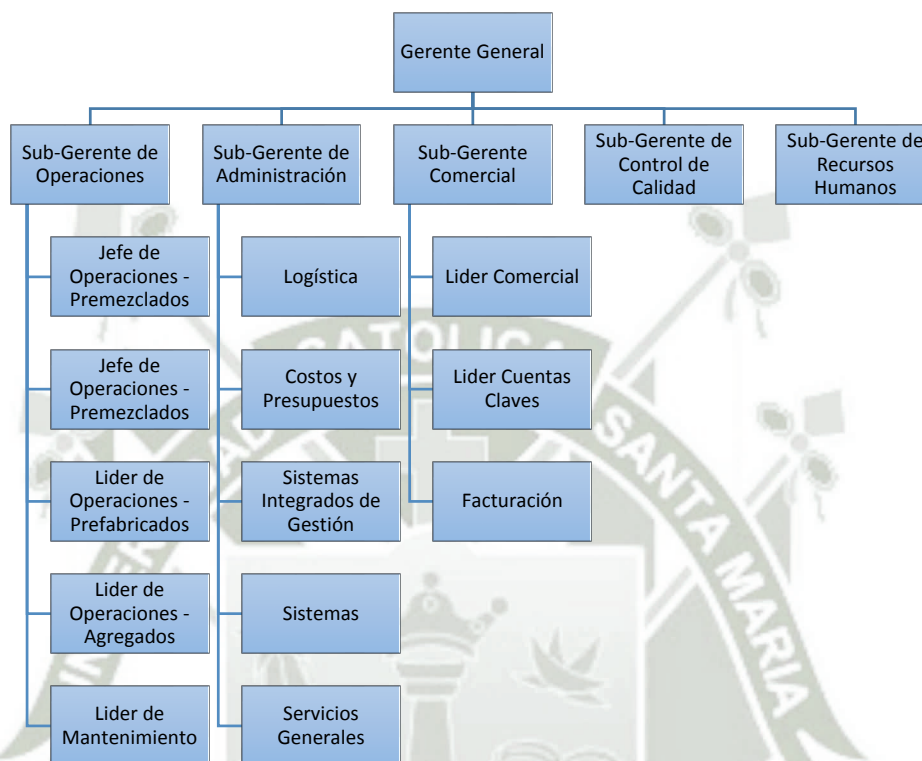
	Fortalezas	Debilidades
Análisis Interno	Especialización en concreto premezclado	Mayor precio en comparación con el concreto artesanal
	Excelente calidad de producto	Requiere de mano de obra especializada
	Atención personalizada	
	Oportunidades	Amenazas
Análisis Externo	Crecimiento del mercado	Nueva competencia
	No tiene competencia significativa en el sur del Perú	Caída de la economía Peruana
	Elaboración de productos nuevos	Reemplazo de nuevos materiales en construcción

Fuente: Elaboración Propia.

1.2.4. Organización

Su organización es de tipo lineal funcional y está dispuesta de la siguiente manera:

Organigrama N° 1. 1. Organigrama General de la empresa.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

1.2.5. Aspectos Técnicos

La producción de concreto en Supermix se realiza con máquinas especializadas para ello, en la empresa se tienen 3 marcas diferentes, a continuación se muestran las capacidades nominales de cada una:

- Yuramovil – 21 m³/hm
- Betonmac – 70 m³/hm
- Comeco – 120 m³/hm

En el caso de la Planta Gloria, se utiliza una Betonmac, esta máquina

pesa el cemento, arena, piedra, agua y aditivo para luego ser vertido en el mixer de acuerdo a la receta enviada por el área de Control de Calidad.

1.2.6. Diagnóstico de problemas operativos

En el área de producción de Concretos Supermix se han determinado la existencia de algunos problemas que los enumeramos a continuación:

- Atrasos en tiempo de entrega.
- Diferencias en inventarios – Real vs SAP.
- Incremento de costos por adquisiciones urgentes.
- Paro de la producción por falta de materia prima.
- Disminución de la utilidad de la empresa.

Del análisis de estos problemas podemos sugerir las siguientes oportunidades de mejoramiento:

- Optimizar la utilización de recursos.
- Control semanal y trimestral de inventarios.
- Planificación de recursos para la producción.

1.3. Limitación del estudio

El presente estudio se limita a la Planta Gloria de Concretos Supermix, ya que enfocarnos en los problemas de cada área sería muy extenso y no se cuenta con toda la información de las demás áreas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

“Proponer métodos de optimización de la producción y la Planificación de recursos e indicadores que nos van a permitir compararlos y mejorarlos”.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico situacional de la producción y la planificación, basándonos en indicadores de productividad, metas que se quieren alcanzar y los recursos que se tienen disponibles.
- Identificar los principales factores que influyen en el proceso para evaluarlos y proponer mejoras.
- Evaluar el beneficio – Costo al aplicar el método propuesto, así como también las ventajas de la planificación de materias primas y control de inventarios.
- Demostrar que el método propuesto es más eficiente y rentable.

1.5. Hipótesis

Dado que se pretende evaluar el proceso productivo de la planta de concreto premezclado mediante ratios que indiquen la eficiencia de la utilización de recursos antes y después de aplicar la propuesta “es probable que aplicando esta propuesta se pueda optimizar la utilización de estos recursos”.

1.6. Variables

1.6.1. Independiente

- Método propuesto en optimizar la operación de la planta de concreto.

1.6.2. Dependientes

- Productividad:

Indicador: $m^3/\text{Horas Planta}$.

Indicador: $m^3/\text{Horas hombre}$.

Indicador: Horas hombre/Horas máquina (% de utilización de equipos).

- Inventarios:

% de variación: SAP vs Real.

% de variación por fecha: SAP vs Real (I) / Sap vs Real (II)
(evolución de la diferencia de inventarios entre fechas).

- Rentabilidad:

Indicador: Beneficio-Costo.

Cuadro N° 1. 2. Variables Dependientes e Independientes.

Variables	Clase	Unidad de Medida	Indicadores	Instrumentos de recolección	Definición conceptual	Definición Operacional
Método propuesto en optimizar la operación de la planta de concreto.	Independiente	m³	m³ producidos al mes.	Datos del año 2011 al 2014 con proyección de demanda al 2015.	Volumen en m³ de concreto producidos al mes.	m³ producidos por la Planta concretera.
Productividad de los m³ producidos contra las horas Planta.	Dependiente	m³/horas Planta	Eficiencia de horas Planta utilizadas al mes.	Volumen de producción mensual y horómetro de la Planta concretera.	Eficiencia de la utilización de horas Planta al mes.	Horas Planta utilizadas para producir cada m³.
Productividad de los m³ producidos contra las horas Hombre.	Dependiente	m³/horas hombre	Eficiencia de horas hombre utilizadas al mes.	Volumen de producción y suma total de las horas hombre utilizadas de la Planta.	Eficiencia de la utilización de mano de obra al mes.	Horas hombre utilizadas para producir cada m³.
Eficiencia de la utilización de equipos, horas hombre contra las horas maquina.	Dependiente	horas hombre/horas máquina	Eficiencia de utilización de equipos.	Horómetro de distintos equipos y tareo diario de personal.	Eficiencia del % de horas que se utilizan en los equipos.	% de utilización de equipos en base a las horas disponibles.
% de variación SAP vs Real.	Dependiente	% de variación SAP vs Real	% de variación SAP vs real.	Reporte diario de inventarios.	% de variación SAP vs real por día.	% de variación SAP vs real por día.
% de variación por fecha SAP vs Real.	Dependiente	SAP vs Real (Periodo I)/SAP vs Real (Periodo II)	Evolución de la desviación de insumos.	Reporte diario de inventarios.	Evolución de la desviación de insumos por fechas.	Evolución de la desviación de insumos por fechas.
Beneficio-Costo.	Dependiente	Nuevos Soles	VAN, TIR, B/C.	Flujo de caja.	Este índice mide la relación entre utilidades o beneficios o los recursos utilizados para obtenerlos.	Indicadores económicos y financieros pertinentes para el proyecto.



Fuente: Elaboración Propia.

1.7. Justificación

1.7.1. Aspecto General

Frente a la escasa producción y el rápido incremento de la demanda de concreto para la construcción, demuestra su plena justificación en optimizar la operación de la planta de concreto premezclado para maximizar el rendimiento.

1.7.2. Aspecto Tecnológico

Este trabajo nos permitirá que con el método propuesto e implementación de equipos se logre incrementar la producción, reducir los tiempos muertos y tiempos de producción, utilizando mejor los recursos incrementando las utilidades.

1.7.3. Aspecto Económico

Con el incremento de los rendimientos se estaría obteniendo un mayor margen de ganancia, lo que permitirá pagar rápidamente la inversión e incrementar las utilidades.

1.7.4. Importancia

Este plan es de vital importancia para la empresa, debido a que es oportuno realizar inversiones técnicamente factibles que lleva a obtener una maximización productiva con la consiguiente rentabilidad empresarial.

1.7.5. Viabilidad

En el presente estudio utilizaremos métodos financieros y tecnológicos factibles para la optimización de la utilización de recursos desde varios puntos de vista. Cabe destacar que los métodos propuestos mostrarán grandes ventajas para la empresa Concretos Supermix.

1.7.6. Consecuencias

El presente estudio incentivará a la empresa a crecer considerando la posibilidad de invertir en un proyecto que incrementará la productividad, mejorando la planta y poniendo más énfasis en la reducción de costos que provee una oportunidad para una mayor penetración y satisfacción del mercado.

1.7.7. Alcance

Esta tesis pretende ser un estudio de investigación orientado a determinar la factibilidad tecnológica y económica, vistos desde la perspectiva de un Ingeniero Industrial. En el estudio no se incluirá ingeniería de detalle en aspectos eléctricos, electrónicos, mecánicos de ensamblaje y situaciones fortuitas. El estudio tiene la capacidad de realizar y ver resultados a corto plazo.

1.8. Metodología

- Hacer una proyección de la demanda de concreto de la Planta de Gloria para el 2015, basándonos en datos históricos.
- Describir el método actual de planificación y enfocarnos en los problemas.
- Identificar los principales puntos a optimizar que son:
 - La Productividad de la Planta concretera ($\text{m}^3/\text{Horas Planta-mes}$).
 - Horas hombre utilizadas ($\text{m}^3/\text{horas hombre-mes}$).
 - % de utilización de equipos (horas hombre/horas máquina-mes).
- Medir la productividad en m^3 producidos por hora de la Planta concretera (actuales).
- Medir la productividad en m^3 producidos por horas hombre (actuales).
- Medir el porcentaje de utilización de equipos (actuales).
- Analizar los costos actuales de transporte de concreto.
- Proponer la implementación de cambios técnicos propuestos a la Planta concretera, en este caso una balanza más grande para los agregados y proponer un método de planificación de recursos.
- Medir la productividad luego de la aplicación del método propuesto:
 - La Productividad de la Planta concretera ($\text{m}^3/\text{Horas Planta-mes}$).
 - Horas hombre utilizadas ($\text{m}^3/\text{horas hombre-mes}$).
 - % de utilización de equipos (horas hombre/horas máquina-mes).
- Proponer un nuevo método de planificación de recursos y control de inventarios.
- Evaluar la propuesta a través de indicadores económicos pertinentes, tales como VAN, TIR, Beneficio costo y periodo de recuperación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Producción

En términos generales la producción es la transformación de determinados elementos, con objeto de obtener unos productos terminados.

Se entiende por producción a la adición de valor a un bien, producto o servicio, por efecto de una transformación. Producir es extraer o modificar los bienes con el objeto de volverlos aptos para satisfacer ciertas necesidades.

Todos los tipos de producción, a pesar de las notorias diferencias en las entradas, los procedimientos, procesos y la obtención de productos terminados, en esencia son los mismos. Para una empresa la producción tiene como objetivo producir artículos o servicios que se transfieren a los clientes con un valor agregado, y por el cual la organización obtiene una utilidad en la venta.

2.2. Recursos de las empresas

Los recursos de la empresa son todos aquellos que utiliza un sistema para la producción de un bien o un servicio, estos recursos también se los ha denominado como las “Cinco P” los cuales los describimos brevemente a continuación:

Personas o mano de obra: Que es el agente humano, que con su trabajo elabora los productos ya sea manualmente o con el uso de máquinas o herramientas.

Plantas o fábricas: Para fabricar el producto se necesita un tipo de planta

tanto en términos de infraestructura física como el equipo necesario, y representan la mayor parte de los activos fijos de la organización.

Partes o materias primas: Que son todas aquellas entradas físicas que intervienen en proceso de transformación para elaborar los productos terminados o salidas.

Procesos productivos: Que son la secuencia de actividades necesarias, para la fabricación de un producto, se inician a partir de las necesidades técnicas que demanda la producción del mismo, de la organización y de su personal.

Planeación y control: Que son los procedimientos para operar el sistema.

2.3. Planificación de la producción

En este proceso se determina para cada período (dependiendo de su industria puede ser año, mes, semana, día o turno): qué se va a producir, cuánto se va a producir, en qué orden o secuencia, cuánta materia prima es necesaria para esta producción, cuánto se debe ordenar y cuántos recursos serán utilizados.

2.3.1. Planeación de la producción

Es la función de la dirección de la empresa que sistematiza por anticipado los factores de mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo, para realizar la fabricación que está determinada por anticipado, con relación:

- Utilidades que deseen lograr.
- Demanda del mercado.

- Capacidad y facilidades de la planta.
- Puestos laborales que se crean.

Es la actividad de decidir acerca de los medios que la empresa industrial necesitará para sus futuras operaciones manufactureras y para distribuir esos medios de tal suerte que se fabrique el producto deseado en las cantidades, al menor costo posible.

En concreto, tiene por finalidad vigilar que se logre:

- Disponer de materias primas y demás elementos de fabricación, en el momento oportuno y en el lugar requerido.
- Reducir en lo posible, los periodos muertos de la maquinaria y de los obreros.
- Asegurar que los obreros no trabajan en exceso, ni que estén inactivos.

2.3.2. Programación de la Producción

Actividad que consiste en la fijación de planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación a realizar, determinado así su inicio y fin, para lograr el nivel más eficiente. La función principal de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción.

Se inicia con la especificación de lo que debe hacerse, en función de la planeación de la producción. Incluye la carga de los productos a los

centros de producción y el despacho de instrucciones pertinentes a la operación.

2.3.3. El programa de producción es afectado por:

Materiales: Para cumplir con las fechas comprometidas para su entrega.

Capacidad del personal: Para mantener bajos costos al utilizarlo eficazmente, en ocasiones afecta la hora y fecha de entrega.

Capacidad de producción de la maquinaria: Para tener una utilización adecuada de ellas, deben observarse las condiciones ambientales, especificaciones, calidad y cantidad de los materiales, la experiencia y capacidad de las operaciones en aquellas.

Sistemas de producción: Realizar un estudio y seleccionar el más adecuado, acorde con las necesidades de la empresa.

2.3.4. La función de la programación de producción tiene como finalidad la siguiente:

- Prever las pérdidas de tiempo o las sobrecargas entre los centros de producción.
- Mantener ocupada la mano de obra disponible.
- Cumplir con los plazos de entrega establecidos.

2.3.5. Control de producción

Se refiere esencialmente a la cantidad de fabricación de artículos y

vigilar que se haga como se planeó, es decir, el control se refiere a la verificación para que se cumpla con lo planeado, reduciendo a un mínimo las diferencias del plan original, por los resultados y práctica obtenidos.

2.4. Capacidad de producción

La capacidad se define como el número de unidades a producir en un lapso de tiempo determinado.

En esta definición pueden notarse dos elementos: la cantidad y el tiempo. Es necesario determinar la cantidad de producción que debe producir el sistema en el curso de un periodo determinado, lo cual constituye la unidad de medida de capacidad de producción.

La capacidad es la tasa de producción que se obtiene de un proceso, y se mide en unidades de producto por una unidad de tiempo. En una empresa hay dos capacidades:

- **Capacidad diseñada:** Es la capacidad para la cual se diseñó la planta y el sistema bajo condiciones de trabajo normales.
- **Capacidad máxima:** Se puede obtener al optimizar los recursos manufactureros, pero a veces es posible que la utilización de los recursos sea deficiente en este nivel (por ejemplo, incrementos de consumo de energía, horas de trabajo extraordinarias, etc.)

2.5. Algunos conceptos importantes de capacidad

Mejor nivel operativo: Es el punto de la capacidad en el cual es menor el costo promedio por unidad.

Este punto representa el punto de capacidad donde alcanzamos las mayores economías de escala, si sobrepasamos este nivel óptimo de volumen caeríamos en deseconomías de escala.

2.6. Planificación de la capacidad

Al efectuar una planificación de la capacidad se establece el nivel de capacidad que satisfaga la demanda de manera rentable. La planificación se la puede hacer a largo plazo, en la cual puede incluir grandes decisiones como la instalación de una nueva planta si fuere el caso, a mediano plazo y a corto plazo. Para todos los casos es común realizar las siguientes actividades:

- Pronóstico de ventas para cada línea de productos.
- Necesidad de equipo y personal para satisfacer las demandas de producción.
- Proyección de disponibilidad de equipo y mano de obra para toda la planificación.

La capacidad de un sistema define las estrategias competitivas de la empresa frente al mercado, su estructura de costos, la composición de su personal y la estrategia de inventarios.

Una capacidad inadecuada y una mala planificación de la misma pueden resultar en la pérdida de clientes, si no satisface las necesidades de estos o si su servicio es lento. De otro modo si la capacidad es excesiva y el porcentaje de uso de la misma es bajo, es probable que la empresa tenga que subutilizar

su mano de obra, llevar un stock de inventarios excesivo, o buscar productos adicionales menos rentables para continuar con su actividad que de uno u otro modo disminuiría su productividad.

2.7. Productividad

La productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y de servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

La productividad es la medida relativa de producción por trabajo y/o consumo de una máquina. La medición más sencilla de eficiencia con la que trabaja una fábrica es la producción o salidas dividido para los insumos o entradas; entonces una ecuación sencilla para el cálculo de la productividad estaría dado por:

$$Productividad = \frac{Salida}{Entrada}$$

2.8. Asignación del tiempo de preparación

El tiempo de preparación son los intervalos de tiempo necesarios, ya sea para producir o para comprar los componentes.

Los tiempos de obtención se utilizan para calcular el desfaseamiento debido al tiempo de obtención para cada uno de los componentes. Estos tiempos nos indicarán cuando colocar un pedido a fin de que el componente esté disponible cuando se lo necesita.

2.9. La industria (competencia)

Una industria se define como un grupo de firmas que ofrecen un producto o tipo de productos que son sustitutos cercanos uno de otro. Una empresa puede considerar a sus competidores como otras empresas que ofrecen productos y servicios similares a los mismos clientes, a precios similares.

La identificación de la competencia es fundamental para el desarrollo sostenido de una empresa; es necesario comparar los productos, los precios, canales de distribución y promociones, para de esta forma determinar las ventajas o desventajas competitivas.

2.10. Demanda del mercado

La demanda del mercado para un producto es el volumen total que adquiriría un grupo de clientes definido, en un área geográfica definida, en un periodo definido, bajo un programa de mercadotecnia definido.

Establecidas las oportunidades del mercado, las empresas se ven en la necesidad de preparar proyecciones exactas de demanda, que se utilizan para obtener el dinero necesario para invertir en su producción, establecer la capacidad, y planificar la cantidad correcta de inventario.

2.11. Métodos cuantitativos de previsión de la demanda

Existen algunos métodos cuantitativos para prever la demanda, las cuales emplean diferentes modelos matemáticos que utilizan datos históricos y/o variables causales.

A continuación explicaremos algunas de las técnicas más utilizadas para pronosticar la demanda de un producto. Los métodos cuantitativos de

previsión se pueden dividir en dos categorías: los modelos de series temporales y los modelos causales.

2.11.1. Modelos de series temporales

Estos modelos predicen bajo la premisa de que el futuro es una función del pasado. Pronosticar estas series implica que los valores futuros son previsiones únicamente a partir de los valores anteriores, y que otras variables debe ignorarse independientemente de su valor potencial.

Analizar series temporales, significa separar los datos en componentes, para luego proyectarlos a futuro, estas series temporales normalmente tienen cuatro componentes: tendencia, estacionalidad, ciclos y variación cíclica. Las técnicas que se incluyen en estos modelos son:

Enfoque simple: Este método es el más sencillo, en la que se supone que la demanda del siguiente periodo será igual a la demanda del periodo más reciente.

Medias móviles: Es una de las técnicas más sencilla para pronosticar las series de tiempo. Esta técnica arroja datos satisfactorios, si la serie de tiempo no tiene tendencias o algún efecto estacional; de haber estas tendencias, entonces el promedio móvil no funcionará bien.

2.11.2. Alisado exponencial

Es un método de previsión a través de medias móviles ponderadas,

en la que los datos se pesan por medio de una función exponencial.

El concepto del alisado exponencial es simple. La última estimación de la demanda es igual a nuestra antigua estimación, ajustada por una fracción de la diferencia entre la demanda real del último periodo y la estimación antigua.

2.11.3. Proyección de tendencia

Este método de previsión de series temporales ajusta una línea de tendencia a una serie de datos históricos, para proyectar la línea hacia el futuro y realizar previsiones a mediano o largo plazo.

Un método estadístico preciso para elaborar una recta de tendencia lineal, es el método de mínimos cuadrados. La interpretación de este método es una línea recta que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias verticales o las desviaciones de la recta a cada una de las observaciones reales.

2.11.4. Variaciones estacionales

Las variaciones estacionales son movimientos regulares ascendentes o descendentes en una serie temporal que están vinculados a eventos periódicos. La presencia de estacionalidad hace que sean necesarios ajustes en la línea de tendencia de la previsión.

El pronóstico con series de tiempo, involucra examinar la tendencia de los datos a través de una serie de observaciones en el tiempo. Sin embargo algunas veces, las variaciones recurrentes en ciertas

estaciones del año ejercen de forma necesaria un ajuste estacional en el pronóstico de la tendencia.

2.11.5. Modelos de previsión causal

Estos modelos intentan proyectar el mercado sobre la base de antecedentes cuantitativos históricos, para ello suponen que los factores condicionantes del comportamiento histórico de una o todas las variables del mercado permanecerán estables. Existen dos modelos básicos de regresión el modelo de regresión simple en el cual indica que la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente, y el modelo de regresión múltiple, en el cual la medición se basa en dos o más variables independientes. Para los dos casos la variable independiente puede ser asignada y, la variable dependiente debe ser obtenida por medio del proceso de muestreo.

2.11.6. Análisis de regresión para previsiones

Para realizar un análisis de regresión lineal, se puede utilizar también el modelo de mínimos cuadrados, la variable dependiente sigue siendo la misma y la variable independiente puede asumir sus valores.

Al ser el modelo de regresión lineal un método estadístico, es posible determinar la precisión de los resultados.

2.12. Definición de concreto

El concreto es un material compuesto empleado en construcción formado

esencialmente por un aglomerante al que se añade: partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos. El aglomerante es en la mayoría de las ocasiones cemento (generalmente cemento Portland) mezclado con una proporción adecuada de agua para que se produzca una reacción de hidratación. Las partículas de agregados, dependiendo fundamentalmente de su diámetro medio, son los áridos (que se clasifican en grava, gravilla y arena). La sola mezcla de cemento con arena y agua (sin la participación de piedra) se denomina mortero. Existen concretos que se producen con otros conglomerantes que no son cemento, como el hormigón asfáltico que utiliza betún para realizar la mezcla.

El cemento es un material pulverulento que por sí mismo no es aglomerante, y que mezclado con agua, al hidratarse se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece tornándose en un material de consistencia pétreo. El cemento consiste esencialmente en silicato cálcico hidratado (S-C-H), este compuesto es el principal responsable de sus características adhesivas. Se denomina cemento hidráulico cuando el cemento, resultante de su hidratación, es estable en condiciones de entorno acuosas. Además, para poder modificar algunas de sus características o comportamiento, se pueden añadir aditivos y adiciones (en cantidades inferiores al 1% de la masa total del concreto), existiendo una gran variedad de ellos: colorantes, aceleradores, retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

Dependiendo de las proporciones de cada uno de sus constituyentes existe una tipología de concretos.

La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado a ciertas armaduras de acero, recibiendo en este caso la denominación de concreto armado, o concreto pre-reforzado en algunos lugares; comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas solicitaciones. Cuando se proyecta una estructura de concreto armado se establecen las dimensiones de los elementos, el tipo de concreto, los aditivos, y el acero que hay que colocar en función de los esfuerzos que deberá soportar y de las condiciones ambientales a que estará expuesto.

A finales del siglo XX, es el material más empleado en la industria de la construcción. Se le da forma mediante el empleo de cajas denominadas “encofrados”. Su empleo es habitual en obras de arquitectura e ingeniería, tales como edificios, puentes, diques, puertos, canales, túneles, etc. Incluso en aquellas edificaciones cuya estructura principal se realiza en acero, su utilización es imprescindible para conformar la cimentación. La variedad de concretos que han ido apareciendo a finales del siglo XX, ha permitido que existan: concretos reforzados con fibras de vidrio (GRC), concretos celulares que se aligeran con aire, aligerados con fibras naturales, autocompactantes.

2.12.1. Etimología

El término concreto, definido en el diccionario de la RAE como americanismo, también es originario del latín: procede de la palabra concretus, que significa «crecer unidos», o «unir». Concretus es una palabra compuesta en la su prefijo es com- (unión) y el participio

pasado del verbo *crēscere* (crecer).

Su uso en idioma español se transmite por vía de la cultura anglosajona, como anglicismo, siendo la voz inglesa original *concrete*. Etimológicamente concreto es sinónimo de concrecionado y concreción que es la unión de diversas partículas para formar una masa.

2.12.2. Características y Comportamiento del Concreto

El concreto es el material resultante de unir áridos con la pasta que se obtiene al añadir agua a un conglomerante. El conglomerante puede ser cualquiera, pero cuando nos referimos al concreto, generalmente es un cemento artificial, y entre estos últimos, el más importante y habitual es el cemento portland. Los áridos proceden de la desintegración o trituración, natural o artificial de rocas y, según la naturaleza de las mismas, reciben el nombre de áridos silíceos, calizos, graníticos, etc. El árido cuyo tamaño sea superior a 5 mm se llama árido grueso o grava, mientras que el inferior a 5 mm se llama árido fino o arena. El tamaño de la grava influye en las propiedades mecánicas del concreto.

La pasta formada por cemento y agua es la que confiere al concreto su fraguado y endurecimiento, mientras que el árido es un material inerte sin participación directa en el fraguado y endurecimiento del concreto. El cemento se hidrata en contacto con el agua, iniciándose diversas reacciones químicas de hidratación que lo convierten en una

pasta maleable con buenas propiedades adherentes, que en el transcurso de unas horas, derivan en el fraguado y endurecimiento progresivo de la mezcla, obteniéndose un material de consistencia pétreo.

Una característica importante del concreto es poder adoptar formas distintas, a voluntad del proyectista. Al colocarse en obra es una masa plástica que permite rellenar un molde, previamente construido con una forma establecida, que recibe el nombre de encofrado.

2.12.3. Características mecánicas

La principal característica estructural del concreto es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a la tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las solicitaciones por tracción o cortante sean muy bajas. Para determinar la resistencia se preparan ensayos mecánicos (ensayos de rotura) sobre probetas de concreto.

Para superar este inconveniente, se "arma" el concreto introduciendo barras de acero, conocido como concreto armado, o concreto reforzado, permitiendo soportar los esfuerzos cortantes y de tracción con las barras de acero. Es usual, además, disponer barras de acero reforzando en zonas o elementos fundamentalmente comprimidos, como es el caso de los pilares. Los intentos de compensar las deficiencias del concreto a la tracción y corte originaron el desarrollo

de una nueva técnica constructiva a principios del siglo XX, la del concreto armado. Así, introduciendo antes del fraguado alambres de alta resistencia tensados en el concreto, este queda comprimido al fraguar, con lo cual las tracciones que surgirían para resistir las acciones externas, se convierten en descompresiones de las partes previamente comprimidas, resultando muy ventajoso en muchos casos.

Para el pretensado se utilizan aceros de muy alto límite elástico, dado que el fenómeno denominado fluencia lenta anularía las ventajas del pretensado. Posteriormente se investigó la conveniencia de introducir tensiones en el acero de manera deliberada y previa al fraguado del concreto de la pieza estructural, desarrollándose las técnicas del concreto pretensado y el concreto postensado.

Los aditivos permiten obtener concretos de alta resistencia; la inclusión de monómeros y adiciones para concreto aportan múltiples mejoras en las propiedades del concreto.

Cuando se proyecta un elemento de concreto armado se establecen las dimensiones, el tipo de concreto, la cantidad, calidad, aditivos, adiciones y disposición del acero que hay que aportar en función los esfuerzos que deberá resistir cada elemento. Un diseño racional, la adecuada dosificación, mezcla, colocación, consolidación, acabado y curado, hacen del concreto un material idóneo para ser utilizado en construcción, por ser resistente, durable, incombustible, casi impermeable, y requerir escaso mantenimiento. Como puede ser

moldeado fácilmente en amplia variedad de formas y adquirir variadas texturas y colores, se utiliza en multitud de aplicaciones.

2.12.4. Características físicas del concreto

Los valores aproximados, son:

Densidad: En torno a 2350 kg/m^3

Resistencia a compresión: De 150 a 500 kg/cm^2 (15 a 50 MPa) para el concreto ordinario. Existen concretos especiales de alta resistencia que alcanzan hasta 2000 kg/cm^2 (200 MPa).

Resistencia a tracción: Proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.

Tiempo de fraguado: Dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.

Tiempo de endurecimiento: progresivo, dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros.

Dado que el concreto se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, pues tienen parecido coeficiente de dilatación térmico, resulta muy útil su uso simultáneo en obras de construcción; además, el concreto protege al acero de la oxidación al recubrirlo.

Fraguado y endurecimiento: La pasta del concreto se forma mezclando cemento artificial y agua debiendo embeber totalmente a los áridos. La principal cualidad de esta pasta es que fragua y endurece progresivamente, tanto al aire como bajo el agua.

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del concreto. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provocan el endurecimiento de la masa y que se caracteriza por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas.

El fraguado y endurecimiento no son más que dos estados separados convencionalmente; en realidad solo hay un único proceso de hidratación continuo.

En el cemento portland, el más frecuente empleado en los concretos, el primer componente en reaccionar es el aluminato tricálcico con una duración rápida y corta (hasta 7-28 días). Después el silicato tricálcico, con una aportación inicial importante y continua durante bastante tiempo. A continuación el silicato bicálcico con una aportación inicial débil y muy importante a partir de los 28 días.

El fenómeno físico de endurecimiento no tiene fases definidas. El cemento está en polvo y sus partículas o granos se hidratan progresivamente, inicialmente por contacto del agua con la superficie de los granos, formándose algunos compuestos cristalinos y una gran parte de compuestos microcristalinos asimilables a coloides que forman una película en la superficie del grano. A partir de entonces el

endurecimiento continúa dominado por estas estructuras coloidales que envuelven los granos del cemento y a través de las cuales progresa la hidratación hasta el núcleo del grano.

El hecho de que pueda regularse la velocidad con que el cemento amasado pierde su fluidez y se endurece, lo hace un producto muy útil en construcción. Una reacción rápida de hidratación y endurecimiento dificultaría su transporte y una cómoda puesta en obra relleno de todos los huecos en los encofrados. Una reacción lenta aplazaría de forma importante el desarrollo de resistencias mecánicas. En las fábricas de cemento se consigue controlando la cantidad de yeso que se añade al clinker de cemento. En la planta de concreto, donde se mezcla la pasta de cemento y agua con los áridos, también se pueden añadir productos que regulan el tiempo de fraguado.

En condiciones normales un concreto portland normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 ó 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza. En el cuadro siguiente se observa la evolución de la resistencia a compresión de un concreto tomando como unidad la resistencia a 28 días, siendo cifras orientativas:

Tabla N° 2. 1. Evolución de la resistencia a la compresión de un concreto Portland

normal.

Edad del hormigón en días	3	7	28	90	360
Resistencia a la compresión	0.40	0.65	1.00	1.20	1.35

Fuente: Heyman, Jacques (2001). La ciencia de las estructuras.

En el proyecto previo de los elementos, la resistencia característica (f_{ck}) del concreto es aquella que se adopta en todos los cálculos como resistencia a compresión del mismo, y dando por hecho que el concreto que se ejecutará resistirá ese valor se dimensionan las medidas de todos los elementos estructurales.

La resistencia característica de proyecto (f_{ck}) establece por tanto el límite inferior, debiendo cumplirse que cada amasada de concreto colocada tenga esa resistencia como mínimo. En la práctica, en la obra se realizan ensayos estadísticos de resistencias de los concretos que se colocan y el 95% de los mismos debe ser superior a f_{ck} , considerándose que con el nivel actual de la tecnología del concreto, una fracción defectuosa del 5% es perfectamente aceptable.

La resistencia del concreto a la compresión se obtiene en ensayos de rotura a compresión de probetas cilíndricas normalizadas realizados a los 28 días de edad y fabricadas con las mismas amasadas puestas en obra. Por ello, las Plantas de fabricación de concreto suministran habitualmente concretos que garantizan estas resistencias.

Durabilidad del concreto: Es la capacidad para comportarse satisfactoriamente frente a las acciones físicas y químicas agresivas a lo largo de la vida útil de la estructura protegiendo también las

armaduras y elementos metálicos embebidos en su interior.

Por tanto no solo hay que considerar los efectos provocados por las cargas y sollicitaciones, sino también las condiciones físicas y químicas a las que se expone. Por ello se considera el tipo de ambiente en que se va a encontrar la estructura y que puede afectar a la corrosión de las armaduras, ambientes químicos agresivos, zonas afectadas por ciclos de hielo-deshielo, etc.

Para garantizar la durabilidad del concreto y la protección de las armaduras frente a la corrosión es importante realizar un concreto con una permeabilidad reducida, realizando una mezcla con una relación agua/cemento baja, una compactación idónea, un peso en cemento adecuado y la hidratación suficiente de éste añadiendo agua de curado para completarlo. De esta forma se consigue que haya los menos poros posibles y una red capilar interna poco comunicada y así se reducen los ataques al concreto.

En los casos de existencia de sulfatos en el terreno o de agua de mar se deben emplear cementos especiales. Para prevenir la corrosión de armaduras hay que cuidar el recubrimiento mínimo de las mismas.

2.12.5. Camión Concretero (Mixer)

Es un camión especializado en el transporte de concreto. La diferencia con otros camiones, se basa en que sobre el bastidor del camión tiene una cuba de forma aproximadamente cilíndrica. Esta cuba va montada sobre un eje inclinado con respecto al bastidor, de forma que pueda

girar. El principio de funcionamiento es muy simple, se trata de mantener el concreto en movimiento con el fin de retrasar su fraguado y lograr homogeneidad en la mezcla. Este movimiento se consigue a través de un motor auxiliar o por transmisión del propio motor del camión de forma mecánica o hidráulica. Dentro de la cuba hay unas palas en una posición determinada y soldadas a las paredes de la cuba. De forma que cuando la cuba gira en un sentido lo que hace es mezclar el hormigón y si gira en sentido contrario expulsará el hormigón por la abertura del extremo opuesto a la cabina.

Funcionamiento

La cuba es llenada en la planta con la piedra, arena, el cemento y el agua en las proporciones exigidas por el comprador y desde ese momento, aprovechando el transporte el contenido se irá mezclando. Al llegar a destino el concreto está mezclado.

La descarga se realiza a través de una canaleta que de forma manual o hidráulica se ajusta a la inclinación adecuada permitiendo además el movimiento de 180° para poder extender el concreto uniformemente.

Es el conductor o ayudante del camión el que a través de unos mandos que se encuentran en un lateral y de forma que vea en todo momento la descarga del concreto por la canaleta, realiza la descarga.

Para terminar es imprescindible el limpiado de la cuba después de la descarga. Para ello el camión suele llevar un depósito de agua con el mecanismo apropiado para que salga por una manguera a cierta

presión.

Figura N° 2. 1. Camión Concretero (mixer).



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

CAPÍTULO III

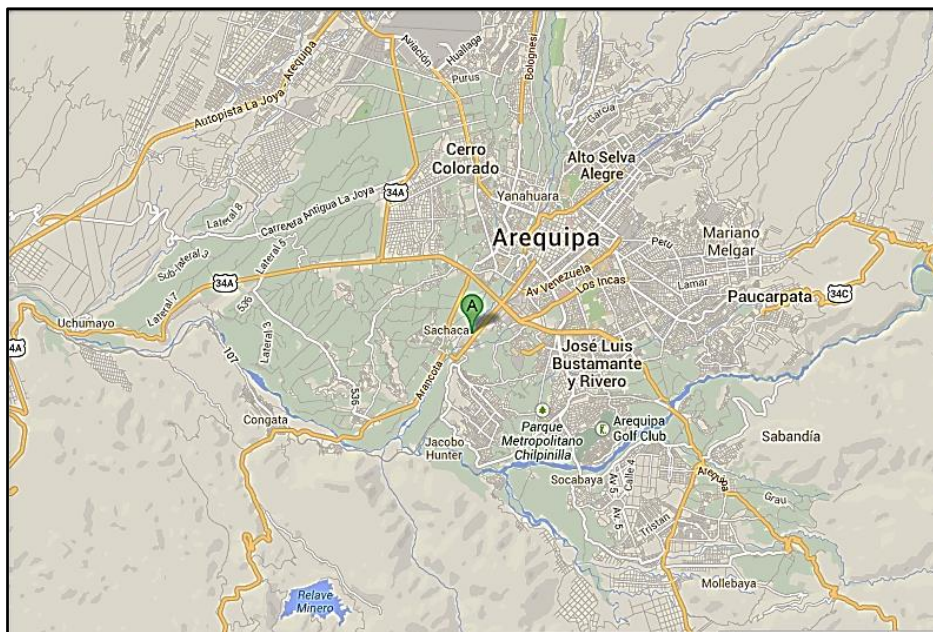
DIAGNOSTICO SITUACIONAL

3.1. Localización de la Planta

La planta concretera de Supermix, se encuentra ubicada en la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa. Esta empresa se ubica en el centro de la ciudad.

Su ubicación céntrica es la ideal para repartir el concreto a todos los puntos, ya que el concreto puede estar 2 horas en el mixer sin afectar la calidad del concreto.

Figura N° 3. 1. Ubicación de Planta.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

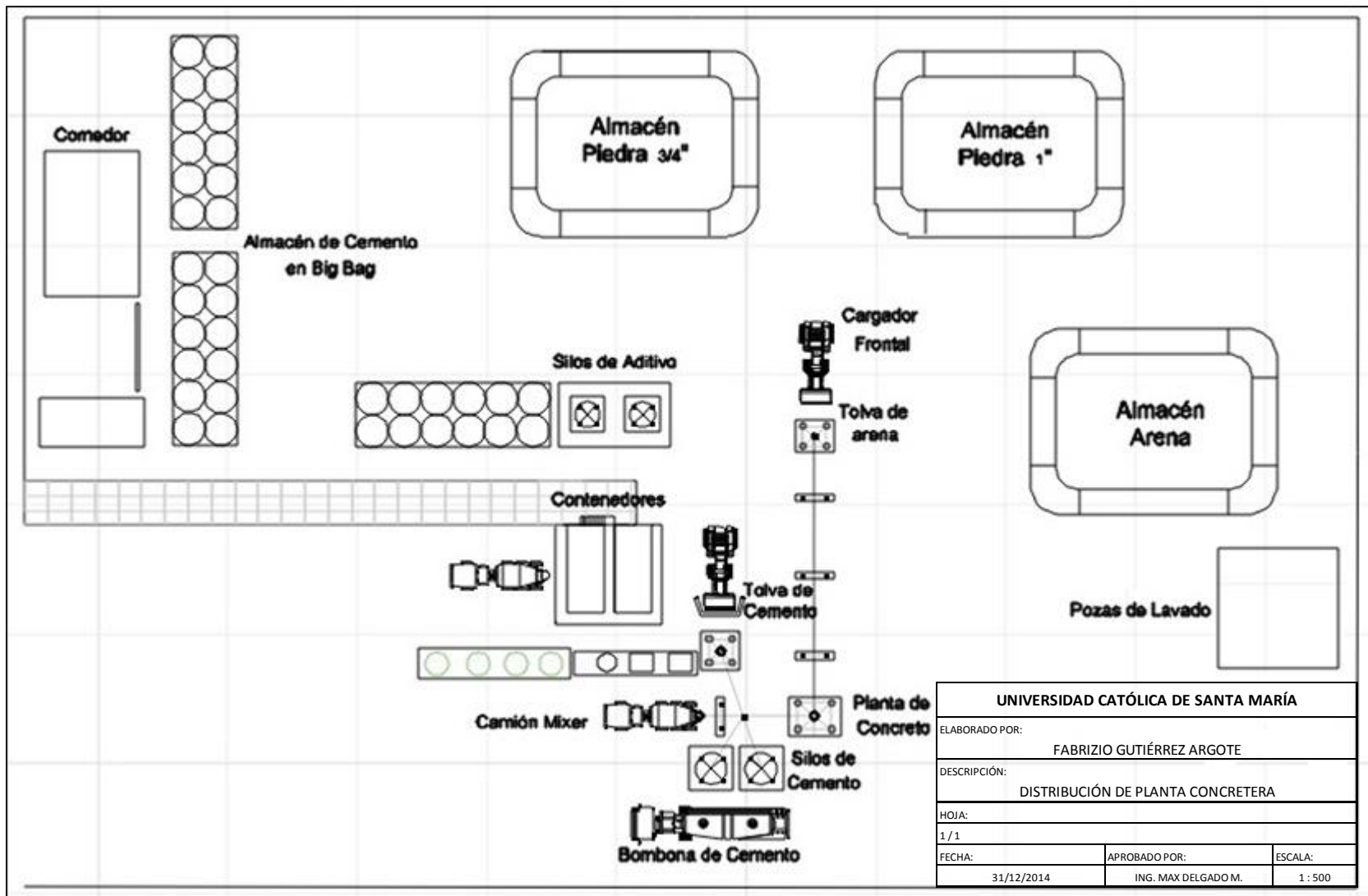
3.2. Infraestructura Física

La empresa por encontrarse dentro de la Planta Gloria de Arequipa, el terreno es compartido por otras 5 empresas. El área con la que cuenta la empresa está dividida en 8:

- Oficinas administrativas.
- Laboratorio de calidad.
- Bombas concreteras.
- Taller de mantenimiento de equipo móvil.
- Taller de mantenimiento y montaje de Plantas.
- Almacén de activos.
- Almacén.
- Planta concretera.

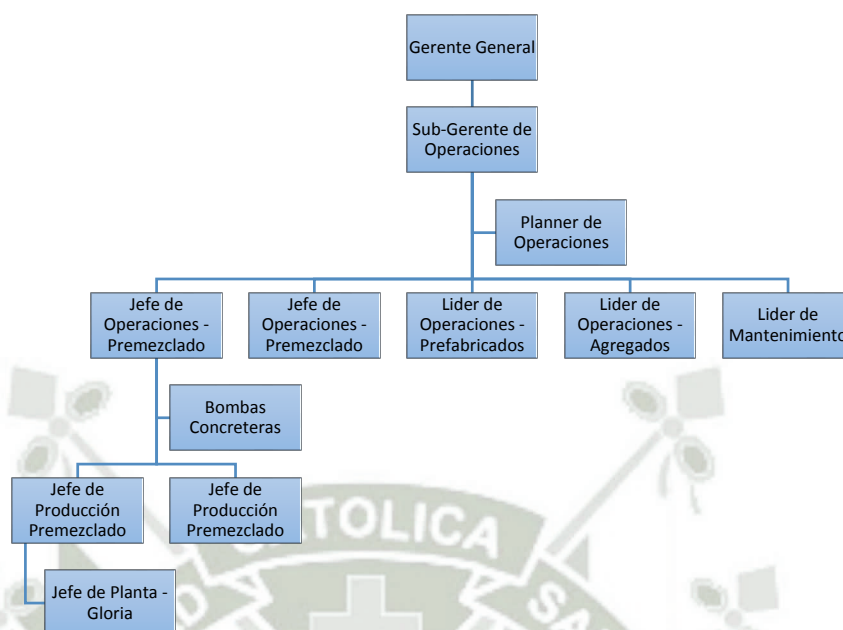
Desde estas instalaciones se controlan todas las Plantas de la empresa.

Lay Out N° 3. 1. Distribución de la Planta Concretera.



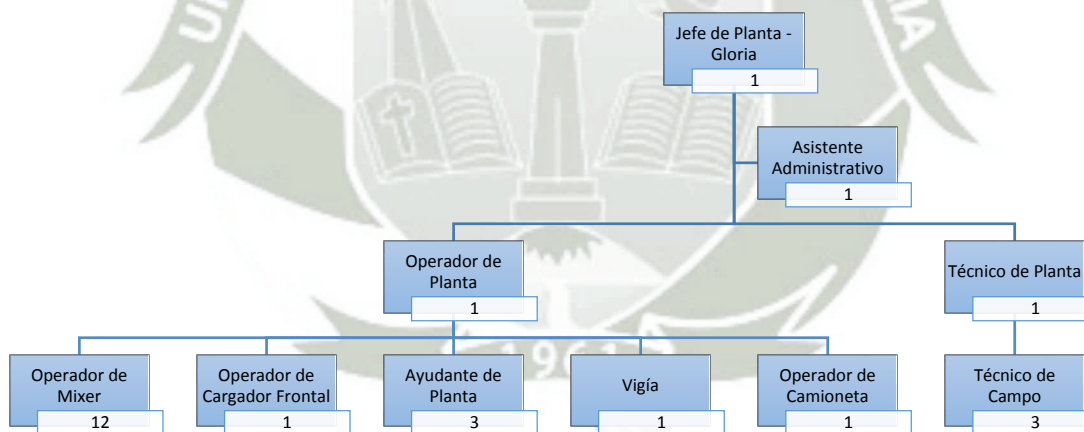
Fuente: Concretos Supermix.

Organigrama N° 3. 1. Organigrama del área de Operaciones.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Organigrama N° 3. 2. Organigrama de la Planta Concretera.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

3.3. Servicios

El lugar donde se encuentra ubicada la empresa, favorece la disponibilidad de todos los servicios con una buena calidad.

Cuadro N° 3. 1. Servicios con los que dispone la empresa.

Servicio	Tipo
Agua	Potable
	No potable
Energía eléctrica	Bifásica
	Trifásica
Teléfono	Central Telefónica - Comercial
Internet	Accesos limitados

Fuente: Elaboración Propia.

3.4. Maquinaria

En las instalaciones de Gloria, la empresa posee 1 Planta concretera fija marca Betonmac de 70 m³/h teóricos y 55.7 m³/h reales. Esta diferencia se debe principalmente a las paradas para el cambio de producción.

3.5. Equipos

Cuadro N° 3. 2. Equipos.

Cargador Frontal					
Código Interno	Marca	Año	Modelo	Tamaño de lampa	Capacidad tanque de combustible
SCFR-424	Caterpillar	2012	950H	2.5 a 3.0 m³	83 gl
Compresora					
Código Interno	Marca	Año	Modelo	Funcionamiento	Capacidad tanque de combustible
SCOM-213	Atlas Copco	2010	XAS186DD	230-400v - 50 Hz	46 gl
Camioneta					
Código Interno	Marca	Año	Modelo	Motor	Capacidad tanque de combustible
SCAM-033	Nissan	2003	Frontier	2488 cc	21 gl

Camiones Mixer					
Código Interno	Marca	Año	Modelo	Capacidad	Capacidad tanque de combustible
SMIX-172	Mack	2008	GU813E	8 m³	68 gl
SMIX-173	Mack	2008	GU813E	8 m³	68 gl
SMIX-218	Freightliner	2010	M2112	8 m³	67 gl
SMIX-250	International	2010	7600 SBA (6x4)	8 m³	67 gl
SMIX-253	International	2010	7600 SBA (6x4)	8 m³	67 gl
SMIX-327	International	2010	7600 SBA (6x4)	8 m³	67 gl
SMIX-430	International	2012	7600 SBA (6x4)	8 m³	67 gl
SMIX-442	International	2012	7600 SBA (6x4)	8 m³	67 gl
SMIX-481	International	2012	7600 SBA (6x4)	8 m³	67 gl
SMIX-486	International	2012	7600 SBA (6x4)	8 m³	67 gl
SMIX-538	Volvo	2013	FMX (8x4) R	10 m³	75 gl
SMIX-539	Volvo	2013	FMX (8x4) R	10 m³	75 gl
SMIX-540	Volvo	2013	FMX (8x4) R	10 m³	75 gl
SMIX-542	Volvo	2013	FMX (8x4) R	10 m³	75 gl

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

3.6. Descripción del proceso

La producción del concreto consta de 9 procesos:

1° Proceso:

Nombre del Proceso: Carguío de Arena.

Descripción: Empieza con la carga de arena por parte del cargador frontal hacia la tolva de alimentación.

- El ayudante de planta debe verificar la humedad e inspeccionar que el operario del cargador frontal no exceda en la capacidad de llenado del cucharón.
- Seguidamente la arena es Transportada por la faja transportadora hacia

tolva de distribución de materiales.

Recursos:

- Máquina: 1 Cargador Frontal.
- Persona: 1 Operario de Cargador Frontal, 1 Ayudante de Planta.

2° Proceso:

Nombre del Proceso: Carguío de Piedra.

Descripción: El cargador frontal carga los diferentes tipos de piedras tanto de 1" y 3/4" hacia la tolva de alimentación.

- El ayudante de planta debe verificar la humedad e inspeccionar que el operario de cargador frontal no exceda en la capacidad de llenado del cucharón.
- Seguidamente las piedras son transportados por la faja transportadora hacia tolva de distribución de materiales.

Recursos:

- Máquina: 1 Cargador Frontal.
- Persona: 1 Operario de Cargador Frontal, 1 Ayudante de Planta.

3° Proceso:

Nombre del Proceso: Carguío de Cemento.

Descripción: El cemento a granel es descargado por la bombona a los respectivos silos.

- El silo mediante un helicoidal, carga la tolva de cemento.

Recursos:

- Máquina: Tablero de Control BETONMAC.
- Persona: 1 Operador de Planta.

4° Proceso:

Nombre del Proceso: Programación de operador de planta.

Descripción: El operador de planta programa la computadora BETONMAC de acuerdo a la receta, con las cantidades de materia prima (arena, piedra, cemento, agua y aditivos), solicitado por el cliente.

- Verificar la conformidad de la configuración del diseño de Sistema de Planta de concretos con el diseño de mezcla remitido por control de calidad.
- Ingresar al Sistema de la planta de concretos el código del diseño de mezcla y la cantidad de metros cúbicos a preparar según el pedido del cliente.

Recursos:

- Máquina: Tablero de Control BETONMAC.
- Persona: 1 Operador de Planta.

5° Proceso:

Nombre del Proceso: Carguío de Tolvas de Balanzas de cemento, agregados y vaso dosificador de aditivo.

Descripción: Se pesan los materiales (arena, piedra, cemento, agua y aditivos) de acuerdo a lo programado mediante 2 balanzas y el cuentalitros.

- El carguío de tolvas y vaso dosificador se detiene automáticamente, según la configuración del Sistema de Planta de Concretos.
- El cemento es alimentado mediante transportes helicoidales desde los silos de cemento y/o tolva de descarga de cemento en BIG BAG a la balanza de cemento y los agregados con una faja de alimentación.

Recursos:

- Máquina: Tolvas de balanzas de cemento, agregados y el vaso dosificador

de aditivos.

- Persona: 1 Operador de Planta.

6° Proceso:

Nombre del Proceso: Carguío del Camión Mixer.

Descripción: El cemento, agregados, agua y aditivos con las cantidades pesadas son llevadas al tambor del Camión Mixer.

- El operador de Planta debe verificar que el tambor del mixer se encuentre girando en sentido horario antes de iniciar la descarga.
- Dar inicio al carguío de cemento, agregado, aditivo y agua al tambor del Mixer.
- Los procesos de carguío del camión mixer y pesado de materias primas se llevan a acabo a la vez.

Recursos:

- Máquina: Planta dosificadora, Camión Mixer.
- Persona: 1 Operador de Mixer, 1 Operador de Planta.

7° Proceso:

Nombre del Proceso: Batido e inspección del Concreto.

Descripción: Después de ser cargado el tambor del camión Mixer se dirige a la zona de batido e inspección, para dar inicio al batido correspondiente respecto a la norma técnica que debe durar aproximadamente 6 a 8 minutos y seguidamente realizar la inspección.

- El operador Mixer debe calibrar el giro del tambor del mixer a 1500 R.P.M. al momento de batir.
- El técnico de producción debe realizar la verificación visual de la

homogeneidad del concreto mezclado.

- Después de realizar la inspección y se requiera adicionar aditivo y/o agua hasta que el concreto obtenga la consistencia deseada.

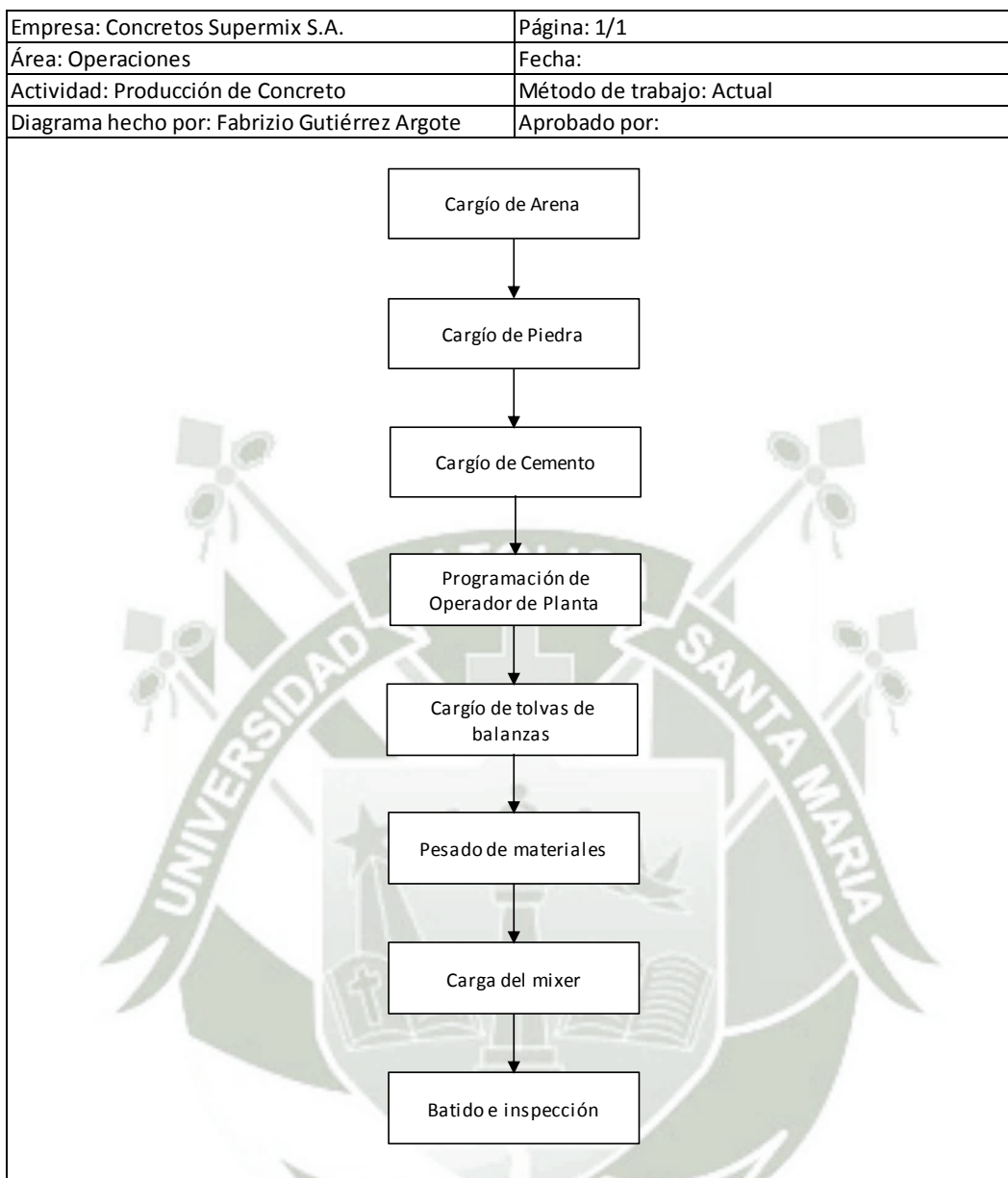
Recursos:

- Máquina: 1 Camión Mixer.
- Persona: 1 Operador Mixer, 1 Técnico de Producción.
- Instrumento de inspección: 1 Herramienta que permita verificar la parte interna del tambor del camión del Mixer.



3.7. Diagrama de Bloques

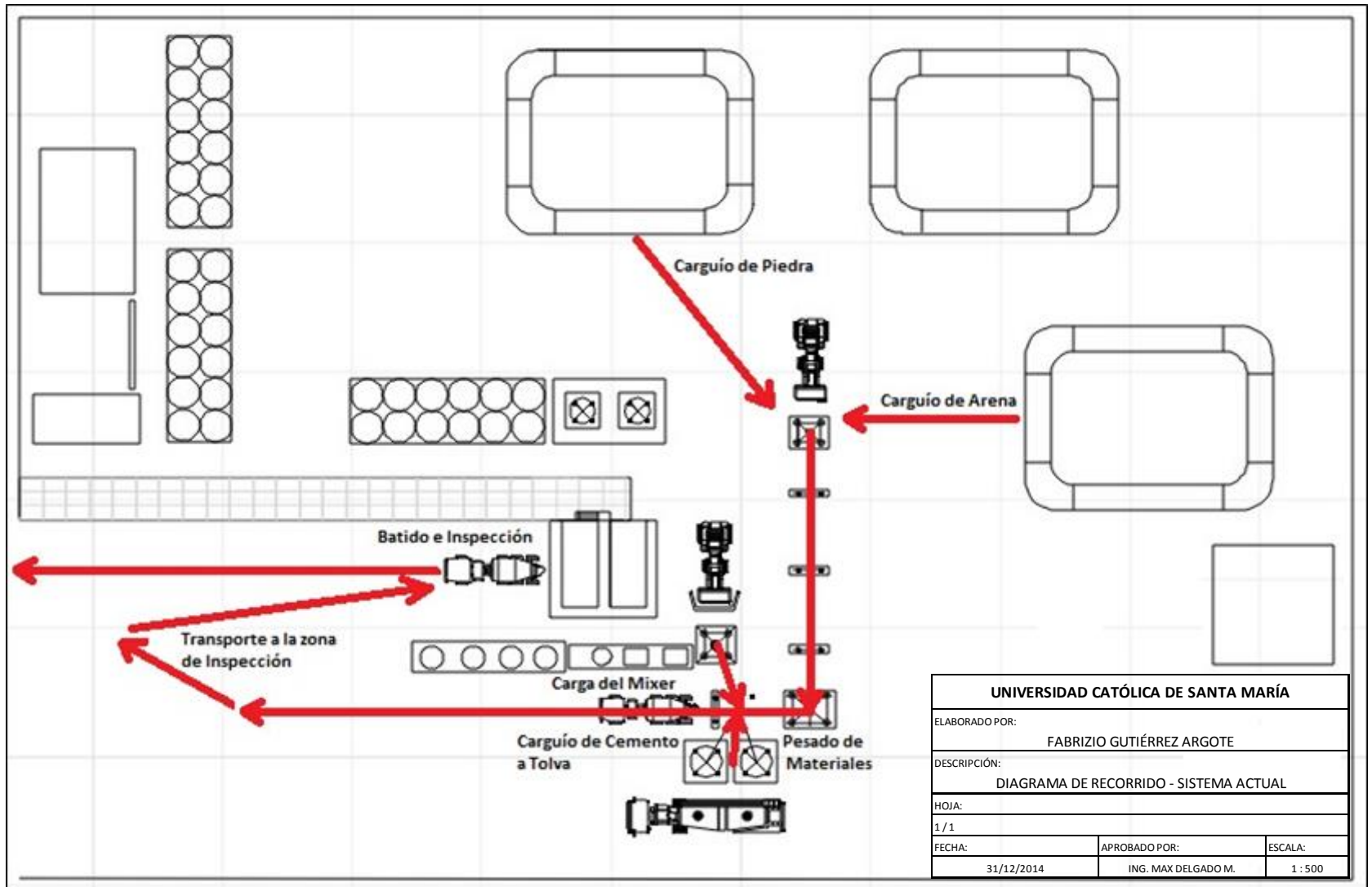
Diagrama N° 3. 1. Diagrama de Bloques del proceso Productivo.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

3.8. Diagrama de recorrido

Diagrama N° 3. 2. Diagrama de recorrido.



Fuente: Elaboración Propia.

3.9. Medición de tiempos del proceso de carguío actual

Para la medición de tiempos del proceso de carguío, se hizo uso del formato presentado a continuación, donde se detalla principalmente el tiempo de inicio y fin del ciclo, así como su duración.

Para el cálculo de la cantidad mínima de observaciones, se hará uso del método estadístico, mediante la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{40 \times \sqrt{n_1 \sum X^2 - \sum (X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Donde:

n = Cantidad mínima de observaciones

n_1 = Número de observaciones del estudio preliminar

X = Valor de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza del 95.45%

Es importante mencionar que los datos obtenidos han sido recopilados en un tiempo normal de trabajo y bajo condiciones reales, como se viene realizando a en la actualidad. Todos los datos se encuentran promediados y tabulados en los **Anexos N° 1 al 7** del presente proyecto.

Formato N° 3. 1. Medición de tiempos para procesos.

Formato de medición de tiempos para el carguío					
Item	Formulario N°		Planta:		
	Fecha:	_/_/	Modelo de Equipo:		
	Material a cargar:		Operador:		
1	Hora de inicio:		Duración del ciclo:		seg.
2	Hora de inicio:		Duración del ciclo:		seg.
3	Hora de inicio:		Duración del ciclo:		seg.
4	Hora de inicio:		Duración del ciclo:		seg.
5	Hora de inicio:		Duración del ciclo:		seg.
			Promedio		seg.

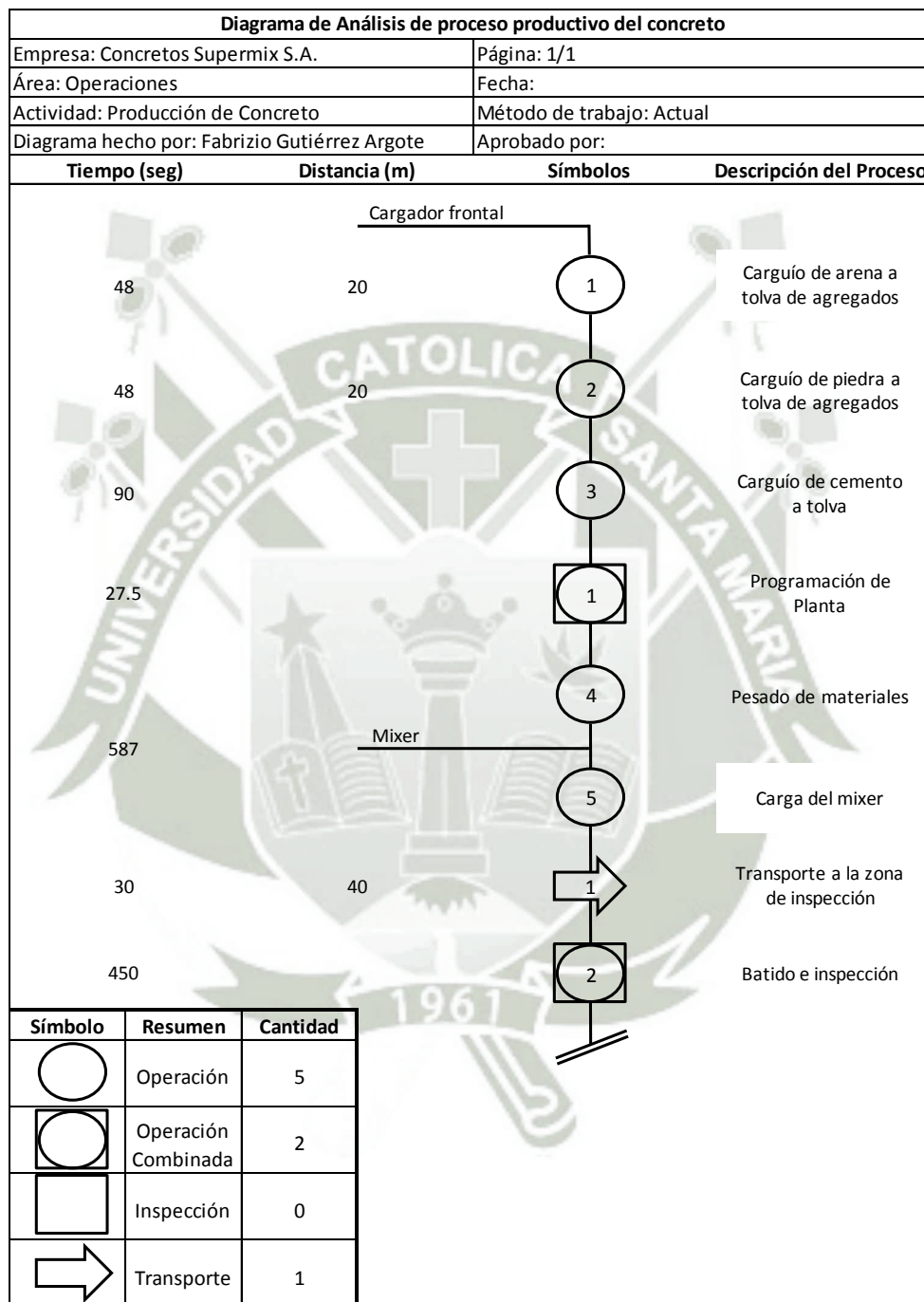
Fuente: Elaboración Propia.

Observaciones: Para poder brindar una idea más clara del proceso productivo, de la Planta Concretera, tiempos por proceso y las distancias de recorrido de la materia prima, ubicación de las áreas designadas en el presente estudio es que se han desarrollado los diagramas de recorrido del proceso.

3.10. Diagrama de Proceso

En el siguiente cuadro se indican los procesos, así como también la duración y distancia de cada uno de ellos.

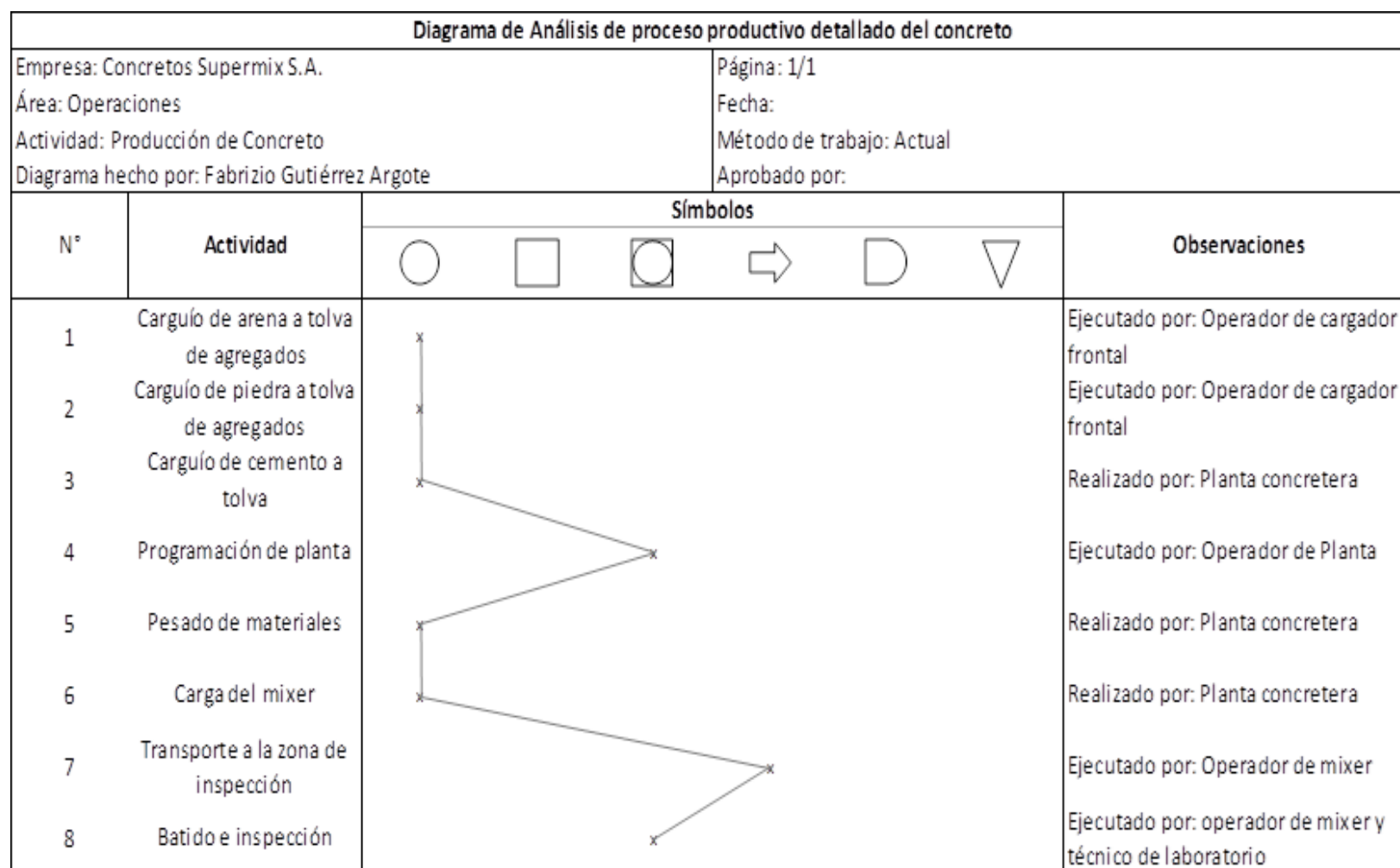
Diagrama N° 3. 3. Diagrama de análisis de proceso productivo.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

3.11. Diagrama de análisis de proceso

Diagrama N° 3. 4. Diagrama de análisis de proceso productivo detallado.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

3.12. Productos que se fabrican

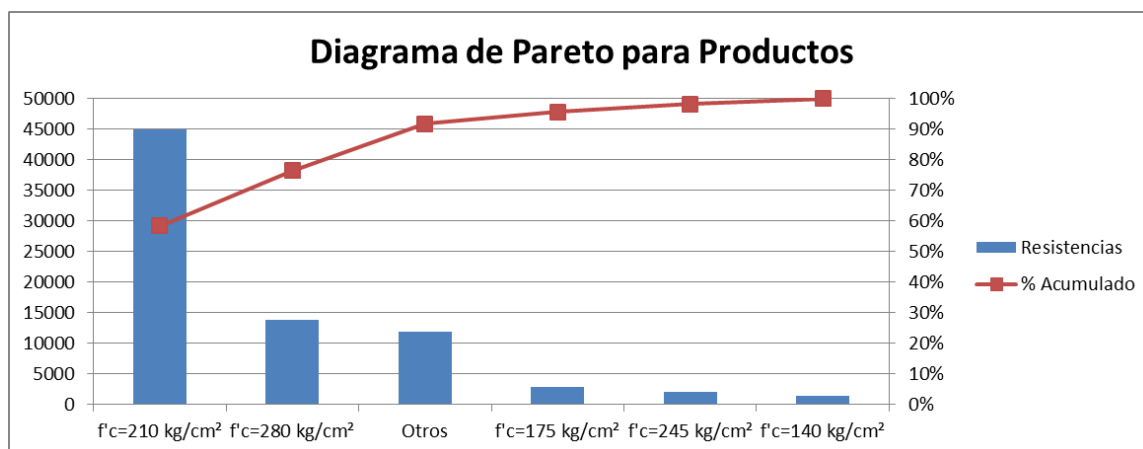
Cuadro N° 3. 3. Historial de resistencias de concreto producidas en el 2014.

Producto	Resistencia	Incidencia	Producción 2014 - m ³
Concreto Premezclado	f'c=280 kg/cm ²	18.00%	13864
	f'c=245 kg/cm ²	2.60%	2003
	f'c=210 kg/cm ²	58.40%	44981
	f'c=175 kg/cm ²	3.80%	2927
	f'c=140 kg/cm ²	1.80%	1386
	Otros	15.40%	11861

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Se producen varios tipos de resistencias de concreto de acuerdo a las necesidades del cliente. Son 5 las resistencias de concreto más producidas, en el último año, el resto son resistencias menores a f'c=140 kg/cm² y mayores a f'c=280 kg/cm². También se producen concretos con pedido especial, en el que el cliente da las especificaciones y el laboratorio de calidad se encarga de crear la receta para luego enviarla a producción.

Diagrama N° 3. 5. Diagrama de Pareto de las resistencias de concreto producidas en el 2014.



Fuente: Elaboración propia.

3.13. Personal

La planta cuenta con 36 colaboradores, los cuales están repartidos de acuerdo a los costos que representan en la planta.

Cuadro N° 3. 4. Personal por puestos.

CENTRO 3601 - PLANTA GLORIA	
DOSIFICACIÓN	
Cargo	Cantidad
Jefe de Planta	1
Operador de Planta	1
Operador de Cargador Frontal	1
Operador de Camioneta	1
Ayudante de Planta	3
Vigía	1
TRANSPORTE	
Cargo	Cantidad
Operador de Mixer	12
CONTROL DE CALIDAD Y ADMINISTRACIÓN	
Cargo	Cantidad
Asistente Administrativo	1
Técnico de Planta	1
Técnico de Campo	3

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Nota:

- **Dosificación:** Es el personal que interviene en la producción del concreto.
- **Transporte:** Son todos los choferes de mixer, que se encargan únicamente de llevar el concreto a los clientes.
- **Control de Calidad y administración:** Cuenta con técnicos e ingenieros especializados en la calidad del concreto desde la materia prima, hasta que el concreto alcanza su resistencia final. También cuenta con asistentes administrativos que hacen las labores administrativas de la planta.
- **Bombas:** En el caso de las plantas de Arequipa, no tiene un personal específico para el bombeo de concreto, todo el personal y equipos se reparten entre las obras de las distintas plantas.

3.14. Materias primas

Las materias primas que se utilizan en la producción del concreto son:

Cemento: Proviene únicamente de la empresa Yura S.A., que viene en 2 presentaciones, granel y big bag. En esta planta se utilizan mayormente:

- **Cemento Tipo HE**

Agua: Se utiliza agua potable, ya que es la más indicada para la producción del concreto, debido a que contiene menos componentes que pueden afectar la calidad del concreto.

Piedra y arena: Que es producida en canteras propias de Supermix, ya que una variación en el tamaño o la calidad de los agregados puede comprometer la calidad del concreto.

En el caso de la piedra, se utilizan dos tamaños:

- Piedra de 3/4"
- Piedra de 1"

La arena es única para todos los casos

Aditivos: Se utilizan mayormente plastificadores para el concreto que suavizan la mezcla antes de que fragüe, haciéndolo más trabajable sin afectar a las propiedades finales del producto una vez endurecido. En la planta se utilizan 2 tipos de aditivo marca Sika:

- Sikament 290N: Plastificante
- Sikament 306: Superplastificante

3.15. Oferta y demanda histórica

3.15.1. Oferta

En la actualidad Supermix en Arequipa produce concreto, en un volumen aproximado de 17,000 m³ mensuales desde sus 6 Plantas para satisfacer la demanda, actualmente la competencia realiza un concreto artesanal y en pequeñas cantidades, sin cumplir con estándares de calidad desde los insumos hasta el producto final, por ello no resultan una amenaza potencial para la empresa.

3.15.2. Demanda

La demanda histórica en m³ de concreto que produjo Supermix, nos ofrece los datos necesarios para pronosticar la demanda futura, y así elaborar la planeación de la producción.

En el cuadro se muestra la cantidad de concreto producido por trimestres en

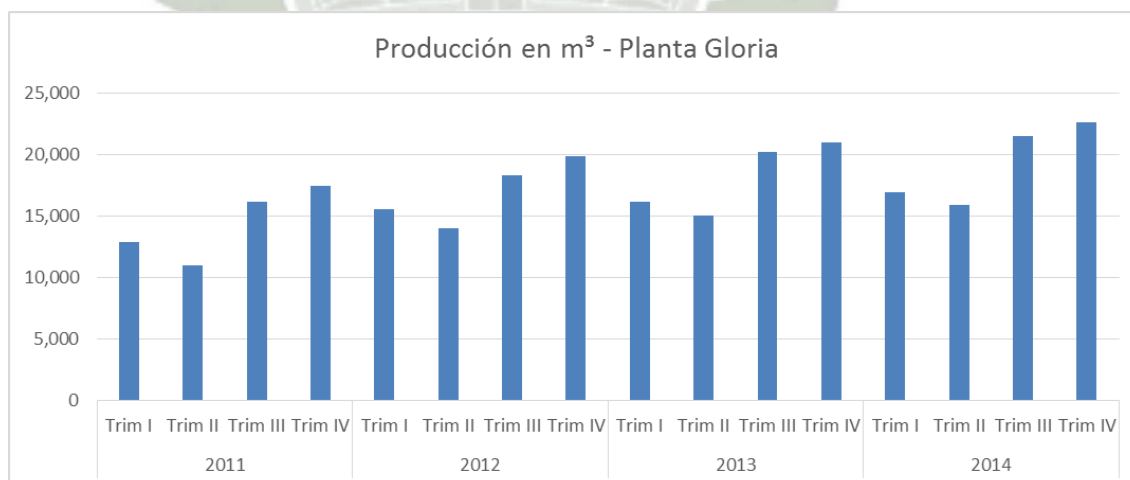
la Planta desde el 2011 al 2014.

Cuadro N° 3. 5. Histórico de demanda de concreto en m³ por trimestre.

Año	Periodo	m ³ de concreto
2011	Trim. I	12,927
	Trim. II	11,042
	Trim. III	16,158
	Trim. IV	17,505
2012	Trim. I	15,620
	Trim. II	14,004
	Trim. III	18,313
	Trim. IV	19,929
2013	Trim. I	16,158
	Trim. II	15,081
	Trim. III	20,198
	Trim. IV	21,006
2014	Trim. I	16,966
	Trim. II	15,889
	Trim. III	21,545
	Trim. IV	22,622

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Gráfico N° 3. 1. Histórico de producción trimestral 2011 – 2014.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

3.16. Capacidad de producción

Para este caso se tomará un solo turno para hacer la comparación entre la capacidad de producción teórica y práctica.

La capacidad de producción teórica es 17,500 m³ al mes, a 70 m³/hora, turno de 10 horas y 25 días al mes.

La capacidad de producción real es 13,927.5 m³ al mes, a 55.71 m³/hora, turno de 10 horas y 25 días al mes.

3.17. Marketing

La empresa no tiene un plan de marketing definido, por lo que a futuro tendría que enfocar aspectos como el producto, la plaza, el precio, y la promoción que son las variables del marketing mix.

En la actualidad las estrategias de marketing que ha adoptado la empresa se basan en la calidad de sus productos y su servicio de venta directa al cliente sin intermediarios.

3.18. Precio

En la actualidad la fijación del precio en Supermix se lo calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Costos} + \text{Gastos} + \text{Utilidad} = \text{Precio}$$

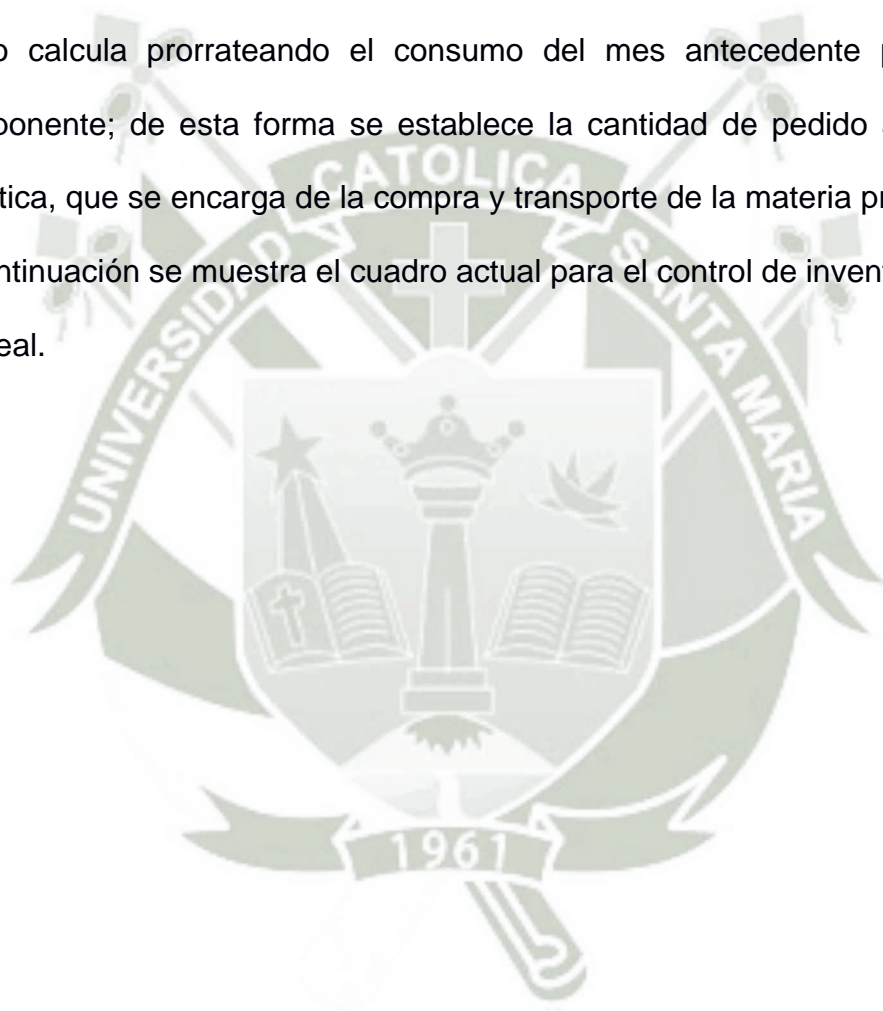
En el mercado local uno de los índices más representativos de competitividad es la calidad del producto; por esta razón, la empresa tiene precios superiores al concreto artesanal, pero sin dejar de lado la calidad.

3.19. Inventarios

Como en todas las empresas productivas, los inventarios tienen gran importancia en el sistema de producción, porque aseguran la continuidad de las operaciones en el proceso, y garantizan de esta manera un buen nivel de servicio a sus clientes.

En Supermix no hay una política de inventarios establecida. El procedimiento actual para el aprovisionamiento y compras de materia prima y componentes se lo calcula prorrateando el consumo del mes antecedente para cada componente; de esta forma se establece la cantidad de pedido a enviar a logística, que se encarga de la compra y transporte de la materia prima.

A continuación se muestra el cuadro actual para el control de inventarios SAP vs Real.



Formato N° 3. 2. Control de Inventarios de materias primas actual.

INVENTARIO DIARIO DE MATERIA PRIMA

Planta: Gloria

Ubicación: Arequipa

Centro: 3601

Fecha: 31 Dic. 14

Descripción	Código	Unidad	Movimiento de Materia Prima Real				Movimiento de Materia Prima SAP	Observaciones
			Stock de Inicio (A)	Ingreso (B)	Consumo (C)	Stock de Cierre (D) = (A+B-C)	Stock SAP (F)	
CEMENTO								
CEM ALTA RESIST INICIAL HE BB 1.5TM YURA	10893	UND	22.5	20	0	42.5	22.5	Falta notificar ingreso
CEM ALTA RESIST INICIAL HE A GRANEL YURA	10892	TM	72.338	88.969	83.84	77.467	82.587	Falta notificar producción
PIEDRA								
PIEDRA CHANCADA 3/4" NTP-400.037-HUSO 67	84260	M3	282.291	85.091	128.38	239.002	246.842	Falta notificar producción
PIEDRA CHANCADA 1" NTP-400.037-HUSO 5	84228	M3	98.778	42.735	55.02	86.493	89.853	Falta notificar producción
ARENA								
ARENA GRUESA LA PODEROSA	84225	M3	396.751	105	123.542	378.209	417.019	Falta notificar producción
ADITIVO								
ADITIVO SIKAMENT 290N, IBCX1180 KG.	6528282	L	8179.878	23600	457.667	31322.211	25461.411	Falta notificar producción - Traspaso pendiente
ADITIVO SIKAMENT 306, IBC X 1190 KG.	6528283	L	3284.199	0	164.267	3119.932	3134.012	Falta notificar producción

Fuente: Empresa Concretos Supermix.



3.19.1. Inventarios de seguridad

En la actualidad no existe una política determinada para el manejo de inventarios en Supermix. El requerimiento de materias primas se lo determina en una forma empírica, y tomando como referencia el consumo aproximado del periodo anterior. Esta fue la causa principal, de desabastecimiento de materiales en la planta, compras apresuradas de materias primas a precios elevados, e inclusive la utilización de materias primas alternas, que varían el costo y presentación del producto final.



CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN

4.1. Propósito

El propósito está enfocado a incrementar la productividad como mejora continua de la evaluación realizada en el capítulo anterior en la utilización de recursos.

4.2. Metas

- Elevar el nivel de producción y reducción de costos.
- Desarrollar un plan de acción de mejora continua de procesos.

4.3. Metodología de Optimización

Como primer punto en el estudio de tiempos se enfocó en encontrar factores que ocasionan pérdidas de eficiencia y productividad del proceso productivo del concreto, para lo cual se tuvo que observar durante un tiempo la situación actual y de esta manera plantear acciones que corrijan el tiempo de procesos. Una vez recopilada la información, se pudo demostrar mediante un análisis comparativo entre ambos sistemas, los beneficios que se alcanzarían con el sistema propuesto como son: elevar la eficiencia en la producción del concreto, una mejor planificación de materia prima y un mayor control en los inventarios de estos.

Finalmente demostrar que mediante la mejora de métodos y una reducción en los tiempos, el proceso productivo puede generar mayores beneficios a la empresa Concretos Supermix.

4.4. Indicadores

Cuadro N° 4. 1. Indicadores para la medición de la productividad.

Indicadores	Definición	Descripción
Productividad	Relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.	metros cúbicos producidos/recursos utilizados
Control de Inventarios	Diferencia entre inventarios SAP y Real	Inventario real - Inventario SAP
Costos	Es la integración de los Costos de producción (Costos directos e indirectos)	Costos directos + Costos indirectos

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

4.5. Propuesta de optimización del pesado de agregados

En la propuesta de la instalación de una nueva balanza para el carguío de agregados se ha tomado en cuenta el estudio realizado en el capítulo anterior es decir el proceso productivo actual y los factores más importantes que intervienen en la producción.

4.5.1. Funcionamiento actual del carguío de tolva y balanza de agregados

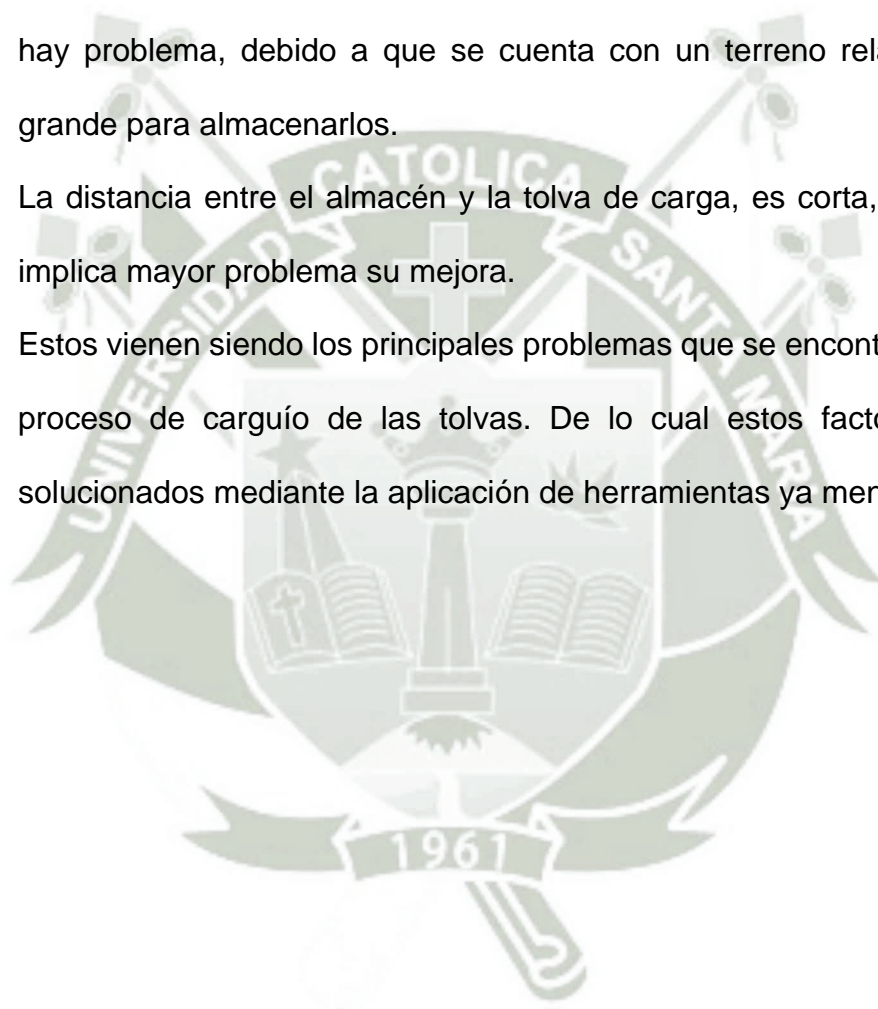
Este proceso se encuentran algunas deficiencias marcadas, para empezar se observó que existe un cuello de botella entre la alimentación de la tolva realizada por el cargador frontal y el pesado de los agregados, debido a que se carga con rapidez la tolva de agregados, pero el pesaje de estos es muy lenta al utilizar una balanza de 4,500 kg para pesar 15,660 kg de agregado, que aproximadamente tiene que hacer 4

pesajes de 147 segundos cada uno para cargar completamente un mixer de 8 m³.

El segundo cuello de botella se encuentra en el proceso de batido e inspección del concreto, debido a que este proceso toma un tiempo de 480s aproximadamente y para el carguío del mixer se requieren de 587s. Con respecto a la capacidad de almacenamiento de estos insumos, no hay problema, debido a que se cuenta con un terreno relativamente grande para almacenarlos.

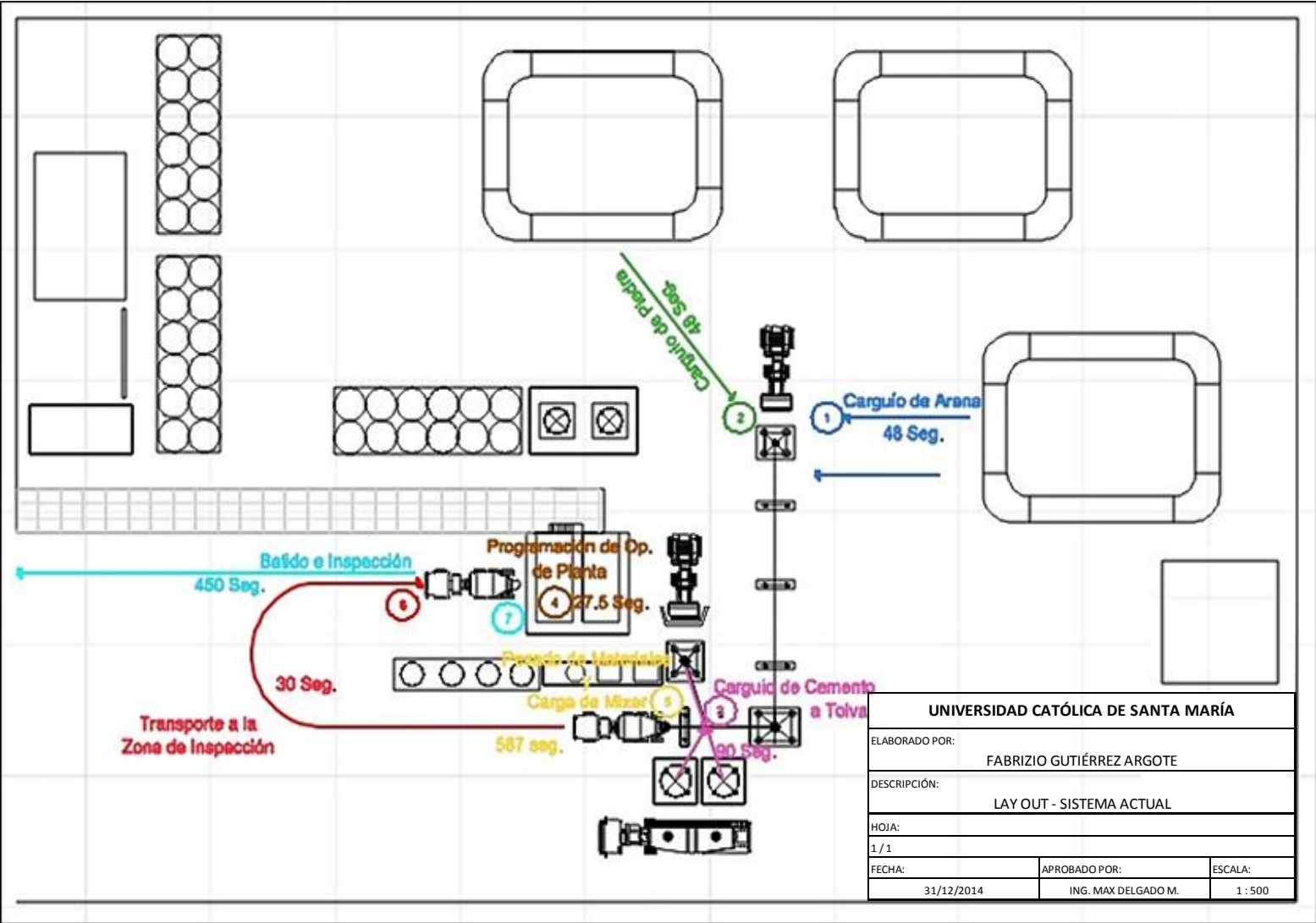
La distancia entre el almacén y la tolva de carga, es corta, lo cual no implica mayor problema su mejora.

Estos vienen siendo los principales problemas que se encontraron en el proceso de carguío de las tolvas. De lo cual estos factores serán solucionados mediante la aplicación de herramientas ya mencionadas.



4.6. Lay Out Sistema Actual

Lay Out N° 4. 1. Lay out actual del proceso productivo del concreto, enumerado por tiempos en los que se hace cada proceso para un mayor entendimiento.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

4.7. Descripción del sistema propuesto del carguío de tolva y balanza de agregados

4.7.1. Cambio de tamaño de balanza de agregados

El nuevo tamaño de la balanza se calculó en base a la capacidad máxima de un mixer que es de 8 m^3 en el que se promedió la cantidad de arena y piedra por diseño de mezcla llegando a obtener los siguientes datos:

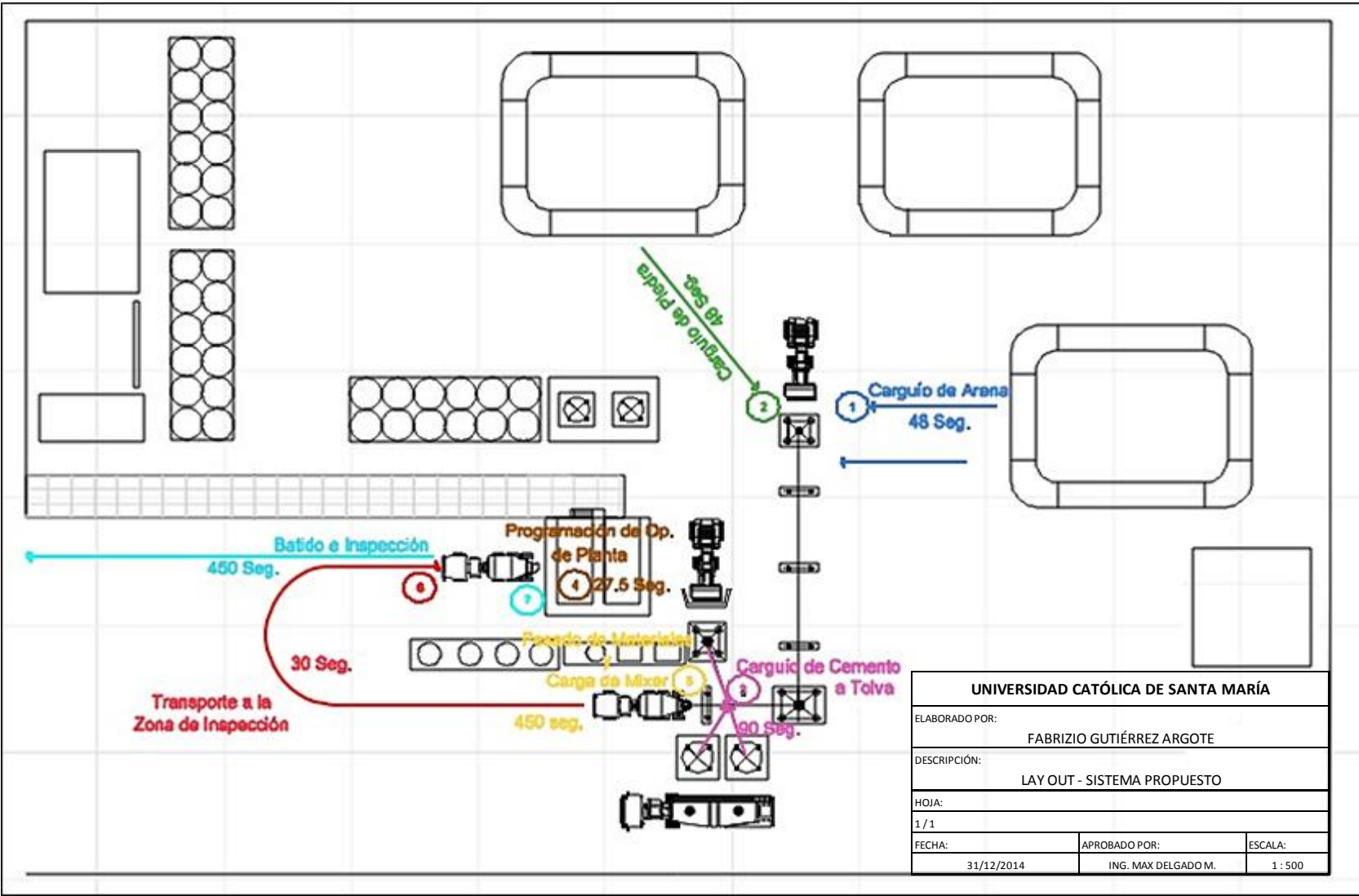
Para 8 m^3 de concreto se necesitan aproximadamente, 8,120 kg de piedra y 7,540 kg de arena que hacen un total de 15,660 kg de agregado, la balanza pesa 3,915 kg por batch, con un tiempo promedio de 587 segundos.

El nuevo cálculo de la balanza se hace para que pese la misma cantidad de agregado en 450 segundos que es el tiempo para hacer el control de calidad y mezcla del concreto en el que se detectó el cuello de botella, dándonos como resultado los siguientes datos:

Para los mismos 8 m^3 de concreto se propone utilizar una balanza con una capacidad de 5,200 kg para pesar 5,106.9 kg de agregado por batch, ya que para pesar 15,660 kg de agregado en 450 s a 147 s por batch, se requieren aproximadamente de 3 pesajes.

4.8. Lay Out Sistema Propuesto

Lay Out N° 4. 2. Para el sistema propuesto se igualó el tiempo del pesado y carga de materiales junto con la carga del mixer.



Fuente: Elaboración Propia.

En el lay out anterior, se puede observar cómo se igualaron los tiempos de pesado y carga de materiales con la carga del mixer a 450 segundos, eliminando así el cuello de botella entre estos procesos, el tiempo de transporte no es significativo, porque al entrar un mixer a la zona de inspección, también estaría saliendo uno, con tiempos muy similares.

4.9. Análisis comparativo del sistema propuesto frente al sistema actual

Es muy importante en todo sistema para optimizar procesos un análisis comparativo frente al sistema actual y el propuesto. Este análisis nos brinda información sobre aspectos como la carga de trabajo del ciclo actual, con lo cual podemos afirmar que con el sistema propuesto se utiliza o planifica mejor las actividades para cada puesto de trabajo dentro del ciclo.

También se puede afirmar que se despachará una mayor cantidad de concreto en el mismo tiempo frente al sistema actual. Esto es lógico si sabemos que con el sistema actual produce una mayor cantidad de concreto por hora. Con el sistema propuesto habrá una mayor utilización de los equipos, ya que al incrementar la producción, la planta utilizará más materia prima y los mixer tendrán que despachar más producto terminado.

Por último se dan a conocer las deficiencias en tiempos de la planta concretera, como datos indispensables para saber que se está haciendo actualmente y como se mejorarían en el sistema propuesto.

A continuación se muestran análisis comparativos entre el sistema actual y propuesto.

Cuadro N° 4. 2. Histórico de productividad de planta.

	Producción m³	Horas Planta	
		H. Periodo	m³/h.
2011	12,927	232.1	55.7
	11,042	199.5	55.3
	16,158	289.8	55.8
	17,505	310.6	56.4
2012	15,620	281.9	55.4
	14,004	250.4	55.9
	18,313	330.8	55.4
	19,929	354.4	56.2
2013	16,158	292.1	55.3
	15,081	271.8	55.5
	20,198	364.6	55.4
	21,006	371.1	56.6
2014	16,966	305.6	55.5
	15,889	286.3	55.5
	21,545	388.8	55.4
	22,622	406.1	55.7
Total	274963	4936	55.71

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

De acuerdo a datos históricos, vemos que en promedio la planta produce 55.7 m³/h.

Cuadro N° 4. 3. Productividad de planta propuesta.

	Producción m³	Horas Planta	
		H. Periodo	m³/h.
2011	13,926	232.1	60.0
	11,970	199.5	60.0
	17,388	289.8	60.0
	18,636	310.6	60.0
2012	16,914	281.9	60.0
	15,024	250.4	60.0
	19,847	330.8	60.0
	21,264	354.4	60.0
2013	17,526	292.1	60.0
	16,308	271.8	60.0
	21,877	364.6	60.0
	22,266	371.1	60.0
2014	18,336	305.6	60.0
	17,176	286.3	60.0
	23,328	388.8	60.0
	24,368	406.1	60.0
Total	296154	4936	60.00

Fuente: Elaboración Propia.

En base a las mejoras propuestas, vemos que en promedio la planta producirá 60 m³/h.

Cuadro N° 4. 4. Capacidad de planta máxima actual vs propuesto.

Capacidad Máxima	Capacidad Máxima	Incremento de Capacidad
m³ - Actual	m³ - Propuesto	
41,783	45,000	7.7%

Fuente: Elaboración Propia.

En base a las horas máquina históricas y a la nueva capacidad de producción de la planta, es que se comparará el sistema actual y propuesto. Con el sistema propuesto, la capacidad máxima de la planta se incrementa de 55.71 m³/h a 60 m³/h.

Cuadro N° 4. 5. Comparación entre ambos sistemas de mano de obra directa.

	Producción - Actual m³	Producción - Propuesta m³	H. Periodo	Actual	Propuesta
				m³/h.	m³/h.
2011	12,927	13,926	5,029.9	2.6	2.8
	11,042	11,970	4,074.4	2.7	2.9
	16,158	17,388	6,412.1	2.5	2.7
	17,505	18,636	6,365.4	2.8	2.9
2012	15,620	16,914	5,807.0	2.7	2.9
	14,004	15,024	4,702.5	3.0	3.2
	18,313	19,847	7,474.6	2.5	2.7
	19,929	21,264	8,201.1	2.4	2.6
2013	16,158	17,526	6,336.6	2.6	2.8
	15,081	16,308	6,283.8	2.4	2.6
	20,198	21,877	7,300.2	2.8	3.0
	21,006	22,266	8,826.0	2.4	2.5
2014	16,966	18,336	6,759.5	2.5	2.7
	15,889	17,176	6,511.9	2.4	2.6
	21,545	23,328	8,438.8	2.6	2.8
	22,622	24,368	8,659.9	2.6	2.8
Total	274963	296154	107184	2.57	2.76

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Cuadro N° 4. 6. Histórico de productividad horas máquina mixer.

	Producción m³	Horas Planta	
		H. Periodo	m³/h.
2011	12,927	5621	2.30
	11,042	4460	2.48
	16,158	6597	2.45
	17,505	7515	2.33
2012	15,620	6418	2.43
	14,004	6057	2.31
	18,313	7488	2.45
	19,929	7905	2.52
2013	16,158	6570	2.46
	15,081	6341	2.38
	20,198	8619	2.34
	21,006	8237	2.55
2014	16,966	7125	2.38
	15,889	6742	2.36
	21,545	9315	2.31
	22,622	9173	2.47
Total	274963	114183	2.41

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

En base a datos históricos, se obtiene un ratio de horas máquina utilizadas por m³ transportado.

Cuadro N° 4. 7. Productividad de horas maquina mixer propuesto.

	Producción m³	Horas Planta	
		H. Periodo	m³/h.
2011	13,926	5370	2.59
	11,970	4615	2.59
	17,388	6704	2.59
	18,636	7186	2.59
2012	16,914	6522	2.59
	15,024	5793	2.59
	19,847	7653	2.59
	21,264	8199	2.59
2013	17,526	6758	2.59
	16,308	6288	2.59
	21,877	8435	2.59
	22,266	8585	2.59
2014	18,336	7070	2.59
	17,176	6623	2.59
	23,328	8995	2.59
	24,368	9396	2.59
Total	296154	114190	2.59

Fuente: Elaboración Propia.

Con el método propuesto las horas mixer disminuyen un 7.7% en promedio.

Cuadro N° 4. 8. Comparación entre la productividad de ambos sistemas de mano de obra para los operadores de mixer.

	Producción - Actual m³	Producción - Propuesta m³	H. Periodo	Actual m³/h.	Propuesta m³/h.
2011	12,927	13,926	8,554.0	1.5	1.6
	11,042	11,970	6,531.2	1.7	1.8
	16,158	17,388	10,414.9	1.6	1.7
	17,505	18,636	9,089.6	1.9	2.1
2012	15,620	16,914	8,726.4	1.8	1.9
	14,004	15,024	9,276.0	1.5	1.6
	18,313	19,847	11,396.6	1.6	1.7
	19,929	21,264	10,388.2	1.9	2.0
2013	16,158	17,526	8,484.8	1.9	2.1
	15,081	16,308	7,563.2	2.0	2.2
	20,198	21,877	10,179.2	2.0	2.1
	21,006	22,266	11,589.5	1.8	1.9
2014	16,966	18,336	8,586.4	2.0	2.1
	15,889	17,176	8,509.8	1.9	2.0
	21,545	23,328	11,669.4	1.8	2.0
	22,622	24,368	13,597.5	1.7	1.8
Total	274,963	296,154	154,557	1.78	1.92

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 4. 9. Productividad de Cargador Frontal – Histórico.

En base al análisis de datos pasados, se obtiene la siguiente información:

	Producción - Actual m³	Hh. Periodo	Actual	
			Hm. Periodo	Utilización
2011	12,927	685.19	383.02	55.90%
	11,042	703.59	327.17	46.50%
	16,158	957.51	478.76	50.00%
	17,505	1076.07	518.67	48.20%
2012	15,620	912.85	462.81	50.70%
	14,004	807.26	414.93	51.40%
	18,313	1027.67	542.61	52.80%
	19,929	1112.03	590.49	53.10%
2013	16,158	955.60	478.76	50.10%
	15,081	802.23	446.84	55.70%
	20,198	1192.15	598.46	50.20%
	21,006	1230.04	622.40	50.60%
2014	16,966	925.78	502.70	54.30%
	15,889	941.57	470.79	50.00%
	21,545	1171.32	638.37	54.50%
	22,622	1284.06	670.28	52.20%
Total	274,963	15784.93	8147.05	51.61%

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Cuadro N° 4. 10. Comparación entre la utilización del cargador frontal actual vs propuesto.

	Producción - Actual m³	Producción - Propuesta m³	Hh. Periodo	Actual		Propuesto	
				Hm. Periodo	Utilización	Hm. Periodo	Utilización
2011	12,927	13,926	685.19	383.02	55.90%	385.02	56.19%
	11,042	11,970	703.59	327.17	46.50%	330.94	47.04%
	16,158	17,388	957.51	478.76	50.00%	480.73	50.21%
	17,505	18,636	1076.07	518.67	48.20%	515.24	47.88%
2012	15,620	16,914	912.85	462.81	50.70%	467.63	51.23%
	14,004	15,024	807.26	414.93	51.40%	415.37	51.45%
	18,313	19,847	1027.67	542.61	52.80%	548.72	53.39%
	19,929	21,264	1112.03	590.49	53.10%	587.89	52.87%
2013	16,158	17,526	955.60	478.76	50.10%	484.55	50.71%
	15,081	16,308	802.23	446.84	55.70%	450.87	56.20%
	20,198	21,877	1192.15	598.46	50.20%	604.84	50.74%
	21,006	22,266	1230.04	622.40	50.60%	615.60	50.05%
2014	16,966	18,336	925.78	502.70	54.30%	506.94	54.76%
	15,889	17,176	941.57	470.79	50.00%	474.87	50.43%
	21,545	23,328	1171.32	638.37	54.50%	644.96	55.06%
	22,622	24,368	1284.06	670.28	52.20%	673.71	52.47%
Total	274,963	296,154	15784.93	8147.05	51.61%	8187.86	51.87%

Fuente: Elaboración Propia.

Al ser mayor la descarga de materia prima en el sistema propuesto, las horas máquina del cargador frontal se incrementarán, así como su utilización.

Cuadro N° 4. 11. Productividad m³ de concreto producido por hora de cargador frontal actual vs propuesto.

Productividad m³/hm Cargador Frontal	
Actual	33.75
Propuesto	36.17
Incremento	7.17%

Fuente: Elaboración Propia.

4.10. Planificación de la producción

Para elaborar la planificación de la producción es necesario pronosticar la demanda futura, que utiliza información histórica y proyectarla al futuro.

Para elaborar la previsión de la demanda obtuvimos datos de la demanda de concreto real desde Enero 2011 hasta Diciembre 2014.

Para prever la demanda para el periodo de un año (12 meses), utilizaremos el método estacional, por cuanto este método es el más preciso y se ajusta a nuestras series de datos; ya que únicamente utiliza los valores históricos de la variable a predecir.

Debido a que la serie de datos presenta un componente estacional, que están vinculados a eventos periódicos; estos eventos para la industria del concreto y especialmente para la empresa motivo de estudio está marcado por las siguientes temporadas:

En el primer trimestre, la demanda se mantiene; hasta los siguientes 3 meses en que la demanda baja y se va incrementando los siguientes 2 trimestres.

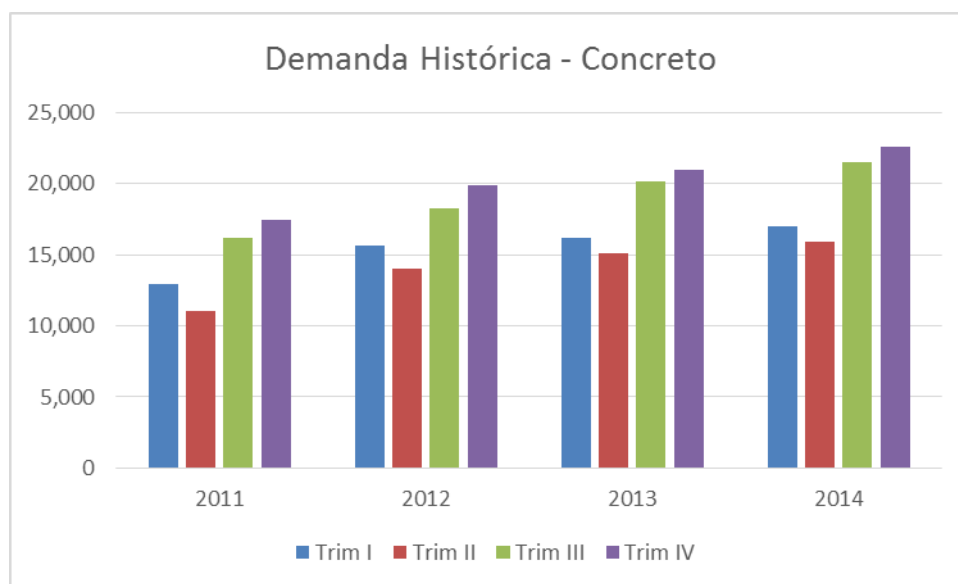
Los últimos meses en donde la demanda tiene sus picos más altos.

Cuadro N° 4. 12. Demanda histórica de concreto expresada en m³.

	2011	2012	2013	2014
I Trim	12,926.74	15,619.82	16,158.43	16,966.35
II Trim	11,041.59	14,003.97	15,081.20	15,889.12
III Trim	16,158.43	18,312.89	20,198.04	21,544.57
IV Trim	17,504.97	19,928.73	21,005.96	22,621.80

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Gráfico N° 4. 1. Demanda histórica de concreto 2011 – 2014.



Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Debido a que el sector construcción varía en relación directa con la economía, se tomará en cuenta estos factores para el análisis de la proyección de la demanda. Al momento del estudio, aún no se tiene la data al cierre del año 2014, pero por según varios economistas tendrá un incremento de 4.8% con respecto al 2013 y para el 2015 de 4.3% con respecto al 2014 con una variación de +/- 0.5%. En base a estos datos podemos observar que hay un incremento lineal en el PBI, esto nos indica que la tendencia para la proyección de la demanda se mantendrá.

Gráfico N° 4. 2. PBI – 2011 a 2013.
PERÚ: PRODUCTO BRUTO INTERNO TOTAL Y POR HABITANTE, SERIE 2011 - 2013

Años	Producto Bruto Interno		Población	Producto Bruto Interno por habitante		Inflación (%)
	Millones de Nuevos Soles	Tasas Anuales de Crecimiento	Personas	Nuevos Soles	Tasas Anuales de Crecimiento (%)	
2011	407,052	6.5	29,797,694	13,661	5.3	3.4
2012	431,273	6.0	30,135,875	14,311	4.8	3.7
2013	456,103	5.8	30,475,144	14,966	4.6	2.8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Calcular el promedio móvil:

Se deben eliminar las fluctuaciones estacionales contenidas en la serie, para lo cual se calculan los promedios móviles. El promedio móvil no elimina las fluctuaciones muy acentuadas de la serie, pero reduce sustancialmente la amplitud de las variaciones de los datos originales, es decir, elimina total o parcialmente las variaciones estacionales y las irregulares; por lo tanto, los promedios resultantes reflejan la tendencia y las variaciones cíclicas.

$$Y_t = Y_{t-1} + \frac{(\text{siguiente observación} - \text{observación más remota})}{N}$$

Donde:

N = Número de períodos

Primero se toman en cuenta los datos del año 1 y los cuatro trimestres para el primer promedio, para el segundo promedio se toma las ventas del segundo trimestre del primer año hasta las ventas del primer trimestre del

segundo año y así sucesivamente.

Calcular el promedio móvil centrado:

Nótese que cada promedio móvil queda ubicado entre los dos períodos centrales y no corresponde a ningún período determinado, por lo tanto se debe hallar un nuevo promedio móvil de 2 períodos, cuyo único objetivo es centrarlo o hacerlo corresponder a un período específico.

Determinar el valor estacional irregular:

El tercer paso consiste en dividir los datos originales entre los valores correspondientes a los promedios móviles centrados, lo cual se hace para aislar los componentes estacionales e irregulares. Si se desea expresarlo en porcentaje el resultado obtenido se multiplica por 100.

Se divide cada una de las ventas dentro del promedio móvil centrado, hasta terminar la serie.

Calcular el índice estacional:

Con los datos obtenidos en el paso anterior se construye una tabla de tal manera que los datos correspondientes al mismo período queden en la misma columna y se promedian estos datos. Los promedios serán entonces una estimación de los índices estacionales.

Si un índice estacional da por ejemplo 77% indica que el valor efectivo que se espera será un 23 % inferior al que será sin la influencia estacional; si es del 111% indica que el valor esperado para ese período será un 11% superior al del mes promedio o debido a una variación estacional.

Desestacionalizar las ventas:

Una vez calculada la tendencia se estima el valor correspondiente a cada

período. Cada uno de los promedios móviles se divide por el respectivo valor estimado, obteniéndose así una aproximación al componente cíclico.

Cuadro N° 4. 13. Cálculo de ventas desestacionalizadas.

	Ventas	Promedio Móvil	Promedio Móvil Centrado	Valor estacional irregular	Índice estacional	Ventas desestacionalizadas
Trim I	12,926.74 m ³				0.9322	13,866.91
	11,041.59 m ³				0.8378	13,179.91
	16,158.43 m ³	14,407.93	14,744.57	1.0959	1.0933	14,778.84
	17,504.97 m ³	15,081.20	15,451.50	1.1329	1.1433	15,310.84
Trim II	15,619.82 m ³	15,821.80	16,091.10	0.9707	0.9322	16,755.86
	14,003.97 m ³	16,360.41	16,663.38	0.8404	0.8378	16,715.99
	18,312.89 m ³	16,966.35	17,033.68	1.0751	1.0933	16,749.36
	19,928.73 m ³	17,101.01	17,235.66	1.1563	1.1433	17,430.81
Trim III	16,158.43 m ³	17,370.31	17,605.96	0.9178	0.9322	17,333.64
	15,081.20 m ³	17,841.60	17,976.25	0.839	0.8378	18,001.83
	20,198.04 m ³	18,110.91	18,211.90	1.1091	1.0933	18,473.55
	21,005.96 m ³	18,312.89	18,413.88	1.1408	1.1433	18,373.01
Trim IV	16,966.35 m ³	18,514.87	18,683.19	0.9081	0.9322	18,200.33
	15,889.12 m ³	18,851.50	19,053.48	0.8339	0.8378	18,966.22
	21,544.57 m ³	19,255.46			1.0933	19,705.12
	22,621.80 m ³				1.1433	19,786.32

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 4. 14. Cálculo de las ecuaciones de las líneas de regresión.

	Ventas	Ventas desestacionalizadas (Z)	X	XZ	X ²	Z ²
Trim I	12,926.74 m ³	13,866.91	-8	-110,935.32	64	192291326
	11,041.59 m ³	13,179.91	-7	-92,259.40	49	173710135
	16,158.43 m ³	14,778.84	-6	-88,673.06	36	218414196
	17,504.97 m ³	15,310.84	-5	-76,554.22	25	234421942
Trim II	15,619.82 m ³	16,755.86	-4	-67,023.42	16	280758689
	14,003.97 m ³	16,715.99	-3	-50,147.97	9	279424275
	18,312.89 m ³	16,749.36	-2	-33,498.71	4	280540901
	19,928.73 m ³	17,430.81	-1	-17,430.81	1	303833031
Trim III	16,158.43 m ³	17,333.64	1	17,333.64	1	300455196
	15,081.20 m ³	18,001.83	2	36,003.67	4	324066023
	20,198.04 m ³	18,473.55	3	55,420.66	9	341272182
	21,005.96 m ³	18,373.01	4	73,492.05	16	337567597
Trim IV	16,966.35 m ³	18,200.33	5	91,001.63	25	331251854
	15,889.12 m ³	18,966.22	6	113,797.31	36	359717418
	21,544.57 m ³	19,705.12	7	137,935.87	49	388291904
	22,621.80 m ³	19,786.32	8	158,290.57	64	391498515

Fuente: Elaboración Propia.

Determinados los índices estacionales y las ventas desestacionalizadas, procedemos a calcular las ecuaciones de las líneas de regresión utilizando la fórmula de los mínimos cuadrados.

Calculo de las ecuaciones de las líneas de regresión

Para determinar las ecuaciones, utilizaremos el método de mínimos cuadrados, utilizando las siguientes formulas:

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Donde:

b = pendiente de la recta de regresión

a = intersección de la recta con el eje y

x = valores conocidos de la variable independiente

y = valores conocidos de la variable dependiente

n = número de datos

Con los cálculos realizados tenemos los datos de la pendiente (b) y la intersección con y (a).

$$a = 17101.78$$

$$b = 359.69$$

Obtenidos la intersección de la recta con y (a) y la pendiente de la recta (b), obtenemos la ecuación de la recta.

Cuadro N° 4. 15. Ecuación de la recta.

Año	Periodo	Y = a+bx
2011	Trim I	14224.2847
	Trim II	14583.9722
	Trim III	14943.6597
	Trim IV	15303.3472
2012	Trim I	15663.0347
	Trim II	16022.7222
	Trim III	16382.4096
	Trim IV	16742.0971
2013	Trim I	17461.4721
	Trim II	17821.1596
	Trim III	18180.8471
	Trim IV	18540.5346
2014	Trim I	18900.2221
	Trim II	19259.9096
	Trim III	19619.5971
	Trim IV	19979.2846

Fuente: Elaboración Propia.

Para el pronóstico de los datos reemplazamos la variable x en las rectas de regresión por el número de periodo a pronosticar, así obtendremos los pronósticos para cada periodo de 4 meses.

A los resultados del pronóstico, volvemos a estacionalizar multiplicándolos a cada uno de estos por su índice estacional.

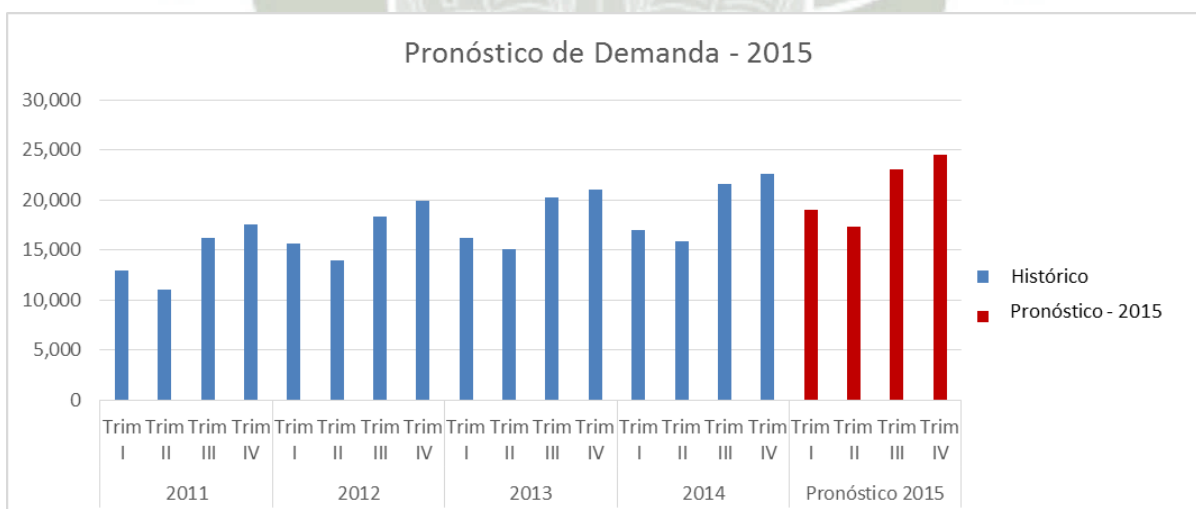
Cuadro N° 4. 16. Pronóstico de demanda para el 2015.

X	$Y = a+bx$	Índice estacional	Pronóstico 2015 - m³
9	20338.97	0.93	18,959.99
10	20698.66	0.84	17,341.34
11	21058.35	1.09	23,023.09
12	21418.03	1.14	24,487.24

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos que obtenemos de estos cálculos, serán los pronósticos de la demanda que utilizaremos para elaborar el plan maestro de producción.

Gráfico N° 4. 3. Histórico de producción 2011 – 2014 y pronóstico 2015 en m³.



Fuente: Elaboración Propia.

4.11. Escenarios

Es de vital importancia la creación de escenarios para una planificación inteligente, ya que podemos reaccionar mejor y enfrentar los cambios que se aproximan ante variaciones.

Para los distintos escenarios, se está tomando como el escenario más probable la proyección hecha en el punto anterior, en el escenario optimista se está considerando que la economía se incrementará 7% y para el pesimista que la economía disminuirá en un 7% ambas con respecto al año anterior.

Cuadro N° 4. 17. Demanda histórica y proyectada con escenarios.

	2011	2012	2013	2014	2015		
					Optimista	Más Probable	Pesimista
Trim I	12,926.74	15,619.82	16,158.43	16,966.35	20,287.19	18,959.99	17,632.79
Trim II	11,041.59	14,003.97	15,081.20	15,889.12	18,555.23	17,341.34	16,127.45
Trim III	16,158.43	18,312.89	20,198.04	21,544.57	24,634.71	23,023.09	21,411.47
Trim IV	17,504.97	19,928.73	21,005.96	22,621.80	26,201.35	24,487.24	22,773.13

Fuente: Elaboración Propia.

Para el estudio se trabajarán con los datos del escenario “Más Probable”, por razones obvias.

Todos los datos los cálculos de proyección de la demanda se hicieron de forma manual, debido a que por política del Grupo, no se pueden utilizar programas sin autorización del Corporativo y la respuesta a esta solicitud no se sabe en cuanto tiempo estará lista o si será aprobada.

Los resultados de esta proyección fueron comparados con una simulación en Crystal Ball (**Anexo 8 al 10**).

4.12. Planeación de inventarios

Estas son las principales razones por las cuales se requiere mantener inventarios:

- **Reducir costos de pedir:** Al pedir un lote de materias primas de un proveedor, se incurre en un costo para el procesamiento del pedido, el seguimiento de la orden, y para la recepción de la compra en almacén. Al solicitar mayor cantidad de lotes, se mantendrán mayores inventarios, sin embargo se harán menos pedidos durante un periodo determinado de tiempo y con ello se reducirán los costos anuales de pedir.
- **Reducir costos por material faltante:** Al no tener material disponible en inventario para continuar con la producción o satisfacer la demanda del cliente, se incurren en costos. entre estos costos mencionamos las ventas perdidas, los clientes insatisfechos, costos por retrasar o parar producción. Para poder tener una protección para evitar faltantes se puede mantener un inventario adicional, conocido como inventario de seguridad.
- **Reducir costos de adquisición:** En la compra de materiales, la adquisición de lotes más grandes pueden incrementar los costos de almacenamiento de materias primas, sin embargo los costos pueden reducirse debido a que se aplican descuentos por cantidad y a menor costo de flete y manejo de materiales. Para productos terminados, los tamaños de lote más grande incrementan los inventarios en proceso y de productos terminados, sin embargo los costos unitarios promedio pudieran resultar inferiores debido a que los costos por maquinaria y tecnología se distribuyen sobre lotes más grandes.

4.12.1. Control de inventarios para materias primas

Para una buena planeación de inventarios, lo primero que se debe saber es la cantidad de materia prima en almacén, para mantener los niveles óptimos tan cerca como sea posible de lo planificado, para ello se ha propuesto un cuadro diario de inventarios que debe llevar cada Jefe de Planta, debido a que con el control actual hay muchas diferencias entre lo figurado en SAP vs Real.

Este cuadro se divide en 2 partes:

- **Movimiento real:** Se muestra todo el movimiento que se hace a lo largo del día, stock de inicio del día, ingresos, consumo, stock final del día.
- **Movimiento SAP:** Se muestra el movimiento de materias primas en SAP, como el stock de inicio, ingreso pendiente que es todas las guías de material que ingresaron físicamente pero no se registraron en SAP, producción pendiente son todos los materiales utilizados en la producción que no fueron notificados en SAP, trasposos pendientes que se hayan hecho entre plantas y no se registraron en SAP y las tomas posteriores que es cuando el SAP nos permite notificar producción sin tener todos los materiales que se requieren, estos materiales se envían como toma retroactiva para que cuando se ingresen los materiales, se pueda descontar de estos.

Formato N° 4. 1. Control de inventarios de Materias primas Propuesto.

INVENTARIO DIARIO DE MATERIA PRIMA

Planta: Gloria

Ubicación: Arequipa

Centro: 3601

Fecha: 31 Dic. 14

Descripción	Código	Und.	Movimiento de Materia Prima Real				Movimiento de Materia Prima SAP						Observaciones
			Stock de Inicio (A)	Ingreso (B)	Consumo (C)	Stock de Cierre (D) = (A+B-C)	Stock SAP (F)	Ingresos Pendientes (G)	Producción Pendiente (H)	Traspasos Pendientes (I)	Toma Posterior (J)	Stock Total SAP (K)=(F)+(G)-(H)+(I)-(J)	
CEMENTO													
CEM ALTA RESIST INICIAL HE BB 1.5TM YURA	10893	UND	22.500	20.000	0.000	42.500	22.500	20.000				42.500	Por regularizar
CEM ALTA RESIST INICIAL HE A GRANEL YURA	10892	TM	72.338	88.969	83.840	77.467	82.587		5.120			77.467	Falta de producción SAP
PIEDRA													
PIEDRA CHANCADA 3/4" NTP-400.037-HUSO 67	84260	M3	282.291	85.091	128.380	239.002	246.842		7.840			239.002	Falta de producción SAP
PIEDRA CHANCADA 1" NTP-400.037-HUSO 5	84228	M3	98.778	42.735	55.020	86.493	89.853		3.360			86.493	Falta de producción SAP
ARENA													
ARENA GRUESA LA PODEROSA	84225	M3	396.751	105.000	123.542	378.209	417.019		10.400		28.410	378.209	Falta de producción y toma posterior debido a corte de internet
ADITIVO													
ADITIVO SIKAMENT 290N, IBCX1180 KG.	6528282	L	8179.878	23600.000	457.667	31322.211	25461.411		39.200	5900.000		31322.211	Falta producción SAP y traspaso pendiente a otra Planta
ADITIVO SIKAMENT 306 , IBC X 1190 KG.	6528283	L	3284.199	0.000	164.267	3119.932	3134.012		14.080			3119.932	Falta de producción SAP

Fuente: Elaboración Propia.



Cuadro N° 4. 18. Diferencia entre ambas alternativas para el control de inventarios.

Descripción	Código	Stock - Real	Formato actual			Formato propuesto		
			Stock - SAP	Diferencia	%	Stock - SAP	Diferencia	%
CEMENTO								
CEM ALTA RESIST INICIAL HE BB 1.5TM YURA	10893	42.500	22.500	-20.000	-47.06%	42.500	0	0.00%
CEM ALTA RESIST INICIAL HE A GRANEL YURA	10892	77.467	82.587	5.120	6.61%	77.467	0	0.00%
PIEDRA								
PIEDRA CHANCADA 3/4" NTP-400.037-HUSO 67	84260	239.002	246.842	7.840	3.28%	239.002	0	0.00%
PIEDRA CHANCADA 1" NTP-400.037-HUSO 5	84228	86.493	89.853	3.360	3.88%	86.493	0	0.00%
ARENA								
ARENA GRUESA LA PODEROSA	84225	378.209	417.019	38.810	10.26%	378.209	0	0.00%
ADITIVO								
ADITIVO SIKAMENT 290N, IBCX1180 KG.	6528282	31322.211	25461.411	-5860.800	-18.71%	31322.211	0	0.00%
ADITIVO SIKAMENT 306, IBC X 1190 KG.	6528283	3119.932	3134.012	14.080	0.45%	3119.932	0	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Para una buena planificación de inventarios, es necesario un control del stock de los recursos que se tienen en el almacén. El sistema SAP que se utiliza actualmente, no sirve de mucho para el control de inventarios, ya que solo funciona si se tiene el sistema actualizado cada vez que se tenga un movimiento; esto sería posible pero se necesitaría de una persona a tiempo completo que haga esta labor, incrementando los costos de personal.

4.13. Lotes de compra

En esta sección calcularemos, el tamaño de lote de compra, que se emitirán a los proveedores de materia prima para la producción en los periodos planificados.

Las técnicas que utilizaremos para determinar el tamaño de lote se relacionan con el costo de preparar un pedido y el costo de mantener inventario.

El método que utilizaremos es el de cantidad óptima de pedido EOQ. Previo al cálculo del lote es necesario determinar el costo anual de preparación de un pedido y el costo de mantenimiento anual de inventario.

Formato N° 4. 2. Costo de ordenar un pedido.

Calculo de costo de ordenar un pedido	
Personal de logística	S/. 6.86
Servicio telefónico	S/. 0.48
Energía eléctrica	S/. 0.34
Suministros	S/. 0.38
Total – Nuevos soles/Pedido	S/. 8.06

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Para nuestro caso el costo de ordenar un pedido es el mismo para todas las materias primas, ya que todas pasan por logística y se utilizan los mismos recursos para contactar a los proveedores.

Costo anual de mantenimiento de inventario para materias primas

Cemento He: Se considerará el 5% para el cemento en Big Bag y 3% para el cemento a granel del precio del cemento como costo anual de mantenimiento, debido a que esa es la cantidad aproximada que se pierde por hidratación en un año.

Cuadro N° 4. 19. Costo del cemento HE.

	Precio del Cemento	Costo de Anual de Mantener en Inventario
Cemento He - BB	S/. 602.00	S/. 30.10
Cemento He Granel - 1 t	S/. 392.50	S/. 11.78

Fuente: Elaboración Propia.

Agregados: Actualmente hay una pérdida de material, que se tiene por la gran cantidad de peso que tienen estos en la superficie que hace que el la piedra y la arena se contaminen y se compacten junto con el suelo. Para la piedra, existe una pérdida del 2% y para la arena de 3.5%.

Cuadro N° 4. 20. Costo de agregados.

	Precio por tonelada	Costo de Anual de Mantener en Inventario
Piedra 3/4" - t	S/. 48.50	S/. 2.43
Piedra 1" - t	S/. 45.30	S/. 2.27
Arena - t	S/. 42.80	S/. 2.78

Fuente: Elaboración propia.

Aditivos: Para los aditivos, se tomará una pérdida del 15% por vencimiento y

manipulación de estos.

Cuadro N° 4. 21. Costo de aditivos.

	Precio por litro	Costo de Anual de Mantener en Inventario
Aditivo - 290N	S/. 2.10	S/. 0.32
Aditivo - 306	S/. 3.20	S/. 0.48

Fuente: Elaboración Propia.



4.14. Consumo histórico de materias primas

En base a datos históricos, es que obtenemos el ratio promedio de consumo de cada materia prima.

Cuadro N° 4. 22. Consumo trimestral de materias primas 2011 – 2014.

			2011	2012	2013	2014
Demanda m³ - I Trim		Und.	12,926.74	15,619.82	16,158.43	16,966.35
Materia Prima	Cemento	T	4,195.74	5,096.81	5,273.10	5,558.50
	Arena	m³	8,514.82	10,299.61	10,620.96	11,172.66
	Piedra 3/4	m³	6,342.15	7,735.19	8,059.11	8,407.05
	Piedra 1"	m³	2,729.73	3,303.86	3,457.11	3,580.67
	Agua	m³	3,351.25	4,017.70	4,139.42	4,370.42
	Aditivo 290	L	31,691.41	38,396.12	39,636.46	41,629.90
	Aditivo 306	L	11,341.07	13,633.22	14,169.71	14,774.54
Demanda m³ - II Trim		Und.	11,041.59	14,003.97	15,081.20	15,889.12
Materia Prima	Cemento	T	3,562.55	4,588.19	4,975.01	5,108.42
	Arena	m³	7,260.78	9,174.49	9,915.50	10,363.73
	Piedra 3/4	m³	5,432.16	6,898.82	7,521.81	7,903.58
	Piedra 1"	m³	2,380.45	3,072.07	3,238.01	3,474.41
	Agua	m³	2,858.58	3,562.49	3,891.96	4,069.08
	Aditivo 290	L	27,128.71	34,313.69	37,006.81	39,037.96
	Aditivo 306	L	9,680.32	12,268.09	13,164.67	13,862.65
Demanda m³ - III Trim		Und.	16,158.43	18,312.89	20,198.04	21,544.57
Materia Prima	Cemento	T	5,301.11	5,976.50	6,628.48	7,080.37
	Arena	m³	10,504.30	12,000.21	13,131.65	14,096.01
	Piedra 3/4	m³	7,926.63	8,977.31	9,993.27	10,650.03
	Piedra 1"	m³	3,519.73	4,023.80	4,375.63	4,537.01
	Agua	m³	4,185.74	4,589.50	5,213.32	5,530.75
	Aditivo 290	L	39,743.65	44,918.74	49,576.18	52,804.38
	Aditivo 306	L	14,139.30	16,084.66	17,760.80	18,847.98
Demanda m³ - IV Trim		Und.	17,504.97	19,928.73	21,005.96	22,621.80
Materia Prima	Cemento	T	5,689.92	6,400.86	6,732.38	7,408.20
	Arena	m³	11,511.20	12,956.27	13,757.38	14,819.69
	Piedra 3/4	m³	8,643.26	9,884.06	10,402.37	11,279.74
	Piedra 1"	m³	3,682.62	4,200.92	4,561.68	4,904.68
	Agua	m³	4,442.92	5,046.06	5,446.39	5,878.03
	Aditivo 290	L	42,887.27	48,972.80	51,470.16	55,507.84
	Aditivo 306	L	15,401.25	17,368.76	18,375.24	19,756.76

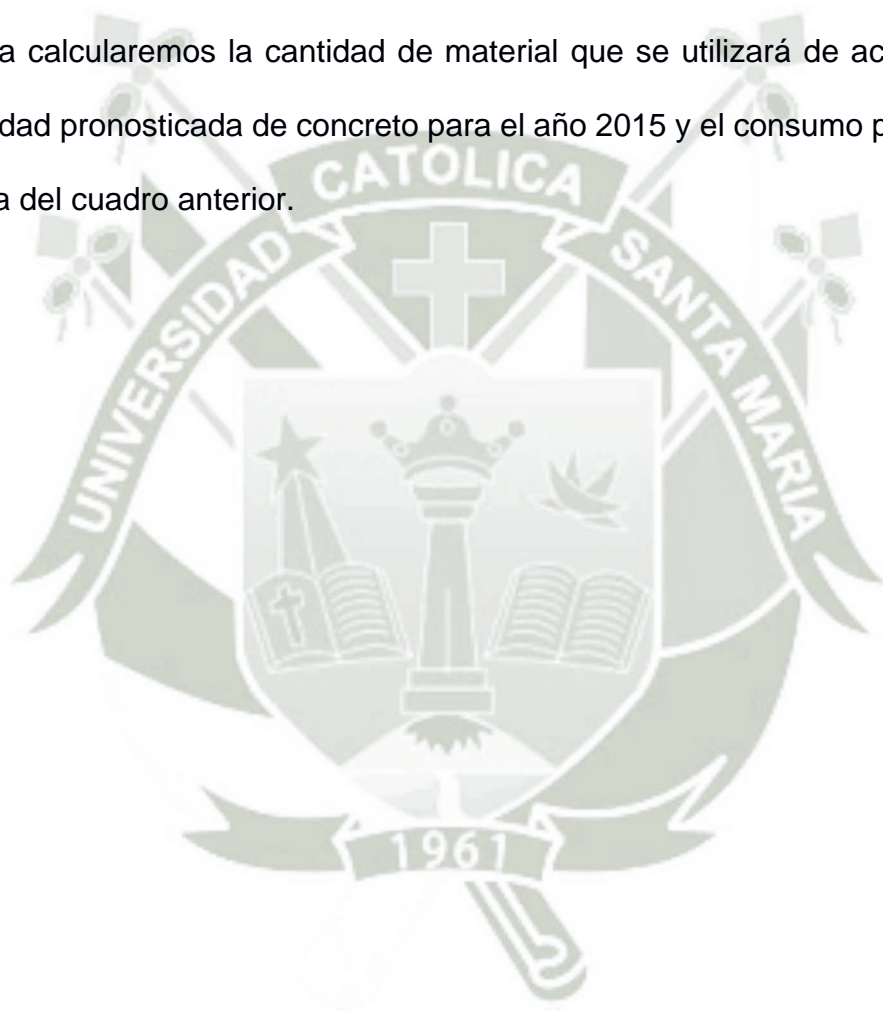
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 4. 23. Ratios promedio de consumo por m³ de concreto.

Material	Unid.	Ratio por m ³
Cemento	T	0.335
Arena	m ³	0.65
Piedra 3/4	m ³	0.49
Piedra 1"	m ³	0.21
Agua	m ³	0.26
Aditivo 290	L	2.45
Aditivo 306	L	0.88

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora calcularemos la cantidad de material que se utilizará de acuerdo a la cantidad pronosticada de concreto para el año 2015 y el consumo por materia prima del cuadro anterior.



Cuadro N° 4. 24. Consumo aproximado de materias primas – 2015.

		2015	
Demanda m ³ - I Trim		Und.	18,959.99
Materia Prima	Cemento	T	6,351.60
	Arena	m ³	12,323.99
	Piedra 3/4	m ³	9,290.40
	Piedra 1"	m ³	3,981.60
	Agua	m ³	4,929.60
	Aditivo 290	L	46,451.98
	Aditivo 306	L	16,684.79
Demanda m ³ - II Trim		Und.	17,341.34
Materia Prima	Cemento	T	5,809.35
	Arena	m ³	11,271.87
	Piedra 3/4	m ³	8,497.26
	Piedra 1"	m ³	3,641.68
	Agua	m ³	4,508.75
	Aditivo 290	L	42,486.28
	Aditivo 306	L	15,260.38
Demanda m ³ - III Trim		Und.	23,023.09
Materia Prima	Cemento	T	7,712.74
	Arena	m ³	14,965.01
	Piedra 3/4	m ³	11,281.31
	Piedra 1"	m ³	4,834.85
	Agua	m ³	5,986.00
	Aditivo 290	L	56,406.57
	Aditivo 306	L	20,260.32
Demanda m ³ - IV Trim		Und.	24,487.24
Materia Prima	Cemento	T	8,203.23
	Arena	m ³	15,916.71
	Piedra 3/4	m ³	11,998.75
	Piedra 1"	m ³	5,142.32
	Agua	m ³	6,366.68
	Aditivo 290	L	59,993.74
	Aditivo 306	L	21,548.77

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 4. 25. Consumo total de materias primas 2015.

		2015	
Demanda m ³		Und.	83,811.66
Materia Prima	Cemento	T	28,076.91
	Arena	m ³	54,477.58
	Piedra 3/4	m ³	41,067.71
	Piedra 1"	m ³	17,600.45
	Agua	m ³	21,791.03
	Aditivo 290	L	205,338.57
	Aditivo 306	L	73,754.26

Fuente: Elaboración Propia.

Para calcular la cantidad de pedido, se utilizará la técnica EOQ, para los

requerimientos trimestrales, de todos los concretos que se fabricarán en Supermix. Para el agua, no tiene cantidad óptima de pedido, debido a que al ser agua potable, no tiene costo de ordenar y almacenar.

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

Q=Cantidad de pedido

D= Demanda (trimestral)

S=Costo de ordenar

H=Costo de mantener una unidad en inventario al año

Cuadro N° 4. 26. Cantidad óptima de pedido para materias primas.

		Und.	EOQ
Materia Prima	Cemento	T	196.01
	Arena	m³	561.72
	Piedra 3/4	m³	522.37
	Piedra 1"	m³	353.85
	Aditivo 290	L	1055.77
	Aditivo 306	L	2625.44

Fuente: Elaboración Propia.

4.15. Causas externas para variaciones en lotes de pedido de compra

Para el caso de la empresa Supermix, existen algunas causas externas que podrían alterar los lotes de pedido planificado, tales pueden ser los lotes mínimos que atienden los proveedores de materias primas, el costo por cantidad de pedido y la capacidad de almacenamiento.

Para el caso del cemento a granel, se tiene 2 silos con capacidades de 120 y 90 toneladas, nuestro proveedor despacha bombonas completas, cada una con una capacidad de 30 T y para el cemento en Big Bag, se transporta en

plataformas llenas, cada una con una capacidad de 20 Big Bag, con una capacidad de almacenamiento de 72 Big Bag.

La Piedra y Arena son transportadas por volquetes con una capacidad de 21 m³, con una capacidad de almacenamiento de 30,000 m³ para la arena, 15,000 m³ para la piedra de ¾" y 5,000 para la piedra de 1".

Los aditivos son despachados en cisternas especiales con una capacidad mínima de 5,000 L y una máxima de 10,000 L. Con capacidades de almacenamiento para el aditivo 290 N de 15,000 litros y 10,000 para el 306.

Cuadro N° 4. 27. Cantidad de pedido para materias primas.

EOQ - 2015						
Material	Demanda	Und.	EOQ	Tamaño de lote	Capacidad de Almacenamiento	Cantidad de Pedido
Cemento	28,076.91	T	196.01	30	210	210
Arena	54,477.58	m ³	561.72	21	30,000	567
Piedra 3/4	41,067.71	m ³	522.37	21	15,000	525
Piedra 1"	17,600.45	m ³	353.85	21	5,000	357
Aditivo 290	205,338.57	L	1,055.77	5,000	15,000	5,000
Aditivo 306	73,754.26	L	2,625.44	5,000	10,000	5,000

Fuente: Elaboración Propia.

4.16. Inventarios de Seguridad

Mientras en la obtención de materiales haya variaciones con respecto al plan, no se requiere de inventarios de seguridad. Pero como normalmente, esto no es posible asegurar, especialmente para el caso de compras que no están bajo nuestra responsabilidad, y dependen de muchos factores externos; como también que no se puede pronosticar con un ciento por ciento de confianza la demanda del mercado; es necesario utilizar un inventario de seguridad tanto para materias primas como para producto terminado.

Estos mecanismos de amortiguación aseguran a la producción que no habrá interrupciones por desabastecimiento de materiales. En nuestro caso no habrá inventarios de seguridad para productos terminados, ya que el concreto tiene una duración de 2 horas y media, por lo que no se puede almacenar.

En el cuadro N°4.34 se calculan los inventarios mínimos de materias primas que se mantendrán en stock en la empresa, estas cantidades mínimas las hemos calculado en base al volumen necesario de materiales necesarios para satisfacer los requerimientos de producción durante el tiempo de abastecimiento.

Para facilitar los cálculos del volumen de requerimiento de materiales durante el periodo de abastecimiento, se ha considerado la demanda promedio diaria, y para el caso del cemento, se utilizará como inventario de seguridad el cemento en presentación de Big Bag, con capacidad de 1.5 T cada uno, por ser el cemento de mayor costo en comparación al cemento a granel.

Cuadro N° 4. 28. Inventarios de seguridad de materias primas.

			2015			
Demanda m³ - I Trim		Und.	18,959.99	Consumo aprox. Día	Lead Time - Días	Inventario de seguridad
Materia Prima	Cemento	t	6,351.60	254.06	1	255
	Arena	m³	12,323.99	492.96	1.5	740
	Piedra 3/4	m³	9,290.40	371.62	1.5	558
	Piedra 1"	m³	3,981.60	159.26	1.5	239
	Agua	m³	4,929.60	197.18	-	-
	Aditivo 290	L	46,451.98	1858.08	10	18581
	Aditivo 306	L	16,684.79	667.39	10	6674
Demanda m³ - II Trim		Und.	17,341.34	Consumo aprox. Día	Lead Time - Días	Inventario de seguridad
Materia Prima	Cemento	t	5,809.35	232.37	1	233
	Arena	m³	11,271.87	450.87	1.5	677
	Piedra 3/4	m³	8,497.26	339.89	1.5	510
	Piedra 1"	m³	3,641.68	145.67	1.5	219
	Agua	m³	4,508.75	180.35	-	-
	Aditivo 290	L	42,486.28	1699.45	10	16995
	Aditivo 306	L	15,260.38	610.42	10	6105
Demanda m³ - III Trim		Und.	23,023.09	Consumo aprox. Día	Lead Time - Días	Inventario de seguridad
Materia Prima	Cemento	t	7,712.74	308.51	1	309
	Arena	m³	14,965.01	598.60	1.5	898
	Piedra 3/4	m³	11,281.31	451.25	1.5	677
	Piedra 1"	m³	4,834.85	193.39	1.5	291
	Agua	m³	5,986.00	239.44	-	-
	Aditivo 290	L	56,406.57	2256.26	10	22563
	Aditivo 306	L	20,260.32	810.41	10	8105
Demanda m³ - IV Trim		Und.	24,487.24	Consumo aprox. Día	Lead Time - Días	Inventario de seguridad
Materia Prima	Cemento	t	8,203.23	328.13	1	329
	Arena	m³	15,916.71	636.67	1.5	956
	Piedra 3/4	m³	11,998.75	479.95	1.5	720
	Piedra 1"	m³	5,142.32	205.69	1.5	309
	Agua	m³	6,366.68	254.67	-	-
	Aditivo 290	L	59,993.74	2399.75	10	23998
	Aditivo 306	L	21,548.77	861.95	10	8620

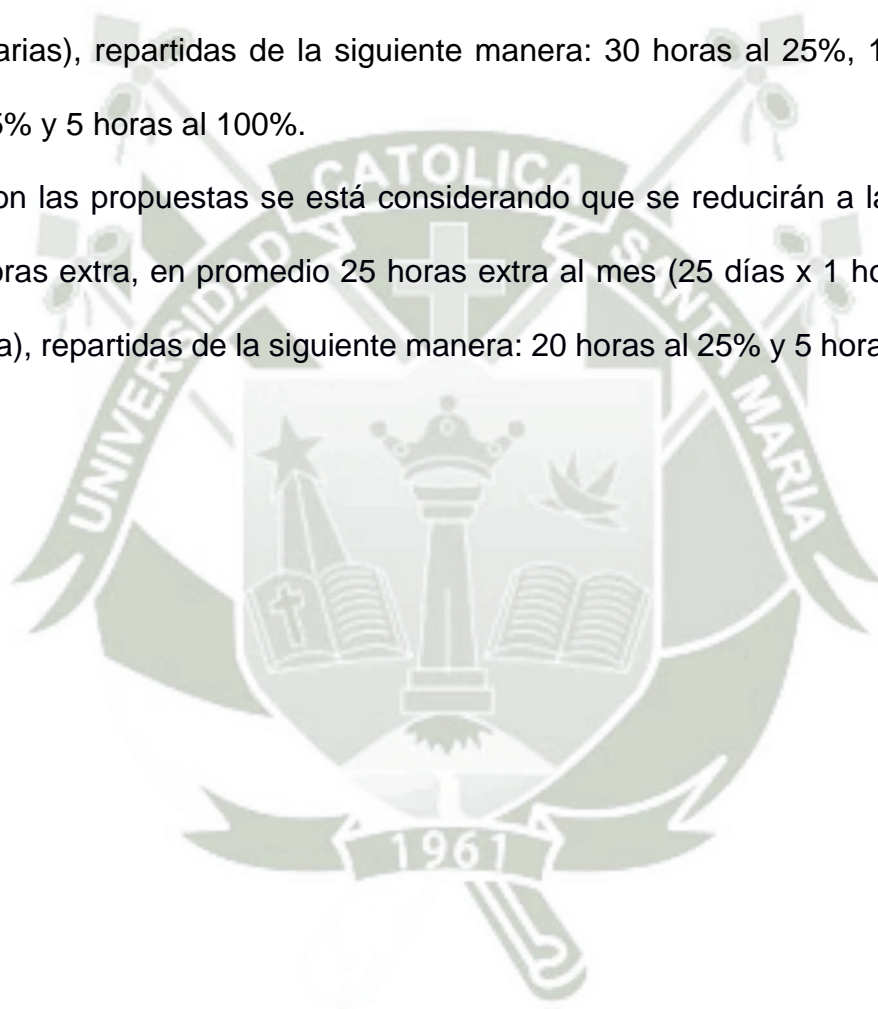
Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V

CALCULO DE COSTOS Y ANÁLISIS DE ECONÓMICO

Para efectos del cálculo se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La jornada de trabajo es de 8 horas diarias, incluyendo el tiempo de almuerzo.
- Se tienen en promedio 50 horas extra al mes (25 días x 2 horas extra diarias), repartidas de la siguiente manera: 30 horas al 25%, 15 horas al 35% y 5 horas al 100%.
- Con las propuestas se está considerando que se reducirán a la mitad las horas extra, en promedio 25 horas extra al mes (25 días x 1 hora extra al día), repartidas de la siguiente manera: 20 horas al 25% y 5 horas al 100%.



5.1. Calculo de coste

5.1.1. Costo de Mano de Obra

Al incrementarse la productividad de la planta, se necesitarán menos cantidad de horas para la producción, por lo que las horas extra también disminuirán.

Cuadro N° 5. 1. Costo mano de obra Actual vs Propuesto.

Cargo	Cantidad	Costo MO sin horas extra – mensual	Horas Extra - Actuales	Horas Extra - Propuesto	Costo Total MO - Actual	Costo Total MO - Propuesto
Jefe de Planta	1	S/. 6,074.93	S/. 1,355.00	S/. 700.00	S/. 7,429.93	S/. 6,774.93
Asistente de Operaciones	1	S/. 3,480.45	S/. 735.09	S/. 379.75	S/. 4,215.54	S/. 3,860.20
Operador de Planta	1	S/. 2,896.96	S/. 599.59	S/. 309.75	S/. 3,496.55	S/. 3,206.71
Op. de Cargador Frontal	1	S/. 2,832.58	S/. 599.59	S/. 309.75	S/. 3,432.17	S/. 3,142.33
Operador de Camioneta	1	S/. 2,070.04	S/. 406.50	S/. 210.00	S/. 2,476.54	S/. 2,280.04
Ayudante de Planta	3	S/. 1,779.73	S/. 338.75	S/. 175.00	S/. 6,355.45	S/. 5,864.20
Vigía	1	S/. 1,779.73	S/. 338.75	S/. 175.00	S/. 2,118.48	S/. 1,954.73
Operador de Mixer	12	S/. 2,585.34	S/. 525.06	S/. 271.25	S/. 37,324.79	S/. 34,279.04
Técnico de Planta	1	S/. 2,357.23	S/. 474.25	S/. 245.00	S/. 2,831.48	S/. 2,602.23
Técnico de Campo	3	S/. 1,921.91	S/. 389.56	S/. 201.25	S/. 6,934.43	S/. 6,369.49
Total MO – mes					S/. 76,615.35	S/. 70,333.90

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2. Costo de Uniformes

- Costo de uniformes anual:

S/. 7577.94

5.1.3. Costo de EPPs

- Costo de EPPs anual:

S/. 25594.12

5.1.4. Costo de Planta

Depreciación de Planta

En la depreciación de la planta, se están considerando la planta y los silos de cemento.

- Precio de planta y silos: S/. 2 016,000

- Depreciación: 10 años

$$\frac{S/.2,016,000.00}{10 \text{ años}}$$

$$S/.201,600.00$$

5.1.5. Costo de contenedores

Depreciación de contenedores

- Precio de contenedor: S/. 25,000
- Cantidad: 2
- Depreciación: 18 años
- Depreciación mensual:

$$\frac{S/.25,000 \times 2}{12 \text{ meses} \times 18 \text{ años}}$$

$$S/.231.48$$

5.1.6. Costo de Cargador Frontal

Depreciación de cargador frontal

- Precio de cargador frontal: S/. 750,000
- Depreciación: 10 años
- Depreciación por hora:

$$\frac{S/.750,000}{10 \text{ horas} \times 25 \text{ días} \times 12 \text{ meses} \times 10 \text{ años}}$$

$$S/.25.00$$

Combustible del cargador frontal

- Precio por galón: S/. 11.3
- Ratio de consumo: 3.4 gal/h.

$$S/.38.42$$

Mantenimiento del cargador frontal:

- Costo de mantenimiento promedio mes: S/.3,000.00

$$\frac{S/.3,000}{10 \text{ horas} \times 25 \text{ días}}$$

$$S/.12.00$$

Cuadro N° 5. 2. Productividad m³ de concreto producido por hora de cargador frontal actual vs propuesto.

Productividad m ³ /hm Cargador Frontal	
Actual	33.75
Propuesto	36.17
Incremento	7.17%

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 5. 3. Costo actual – Cargador Frontal.

	Pronóstico 2014 - m ³	HM. Sistema actual	S/. Máquina Cargador Frontal
Trim - I	18959.99	561.78	S/. 42,369.26
Trim - II	17341.34	513.82	S/. 38,752.11
Trim - III	23023.09	682.17	S/. 51,448.93
Trim - IV	24487.24	725.55	S/. 54,720.82
Total	83811.66	2483.31	S/. 187,291.12

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 5. 4. Costo Propuesto – Cargador Frontal.

	Pronóstico 2014 - m ³	HM. Sistema propuesto	S/. Máquina Cargador Frontal
Trim - I	18959.99	524.19	S/. 39,534.63
Trim - II	17341.34	479.44	S/. 36,159.48
Trim - III	23023.09	636.53	S/. 48,006.84
Trim - IV	24487.24	677.01	S/. 51,059.83
Total	83811.66	2317.17	S/. 174,760.78

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.7. Depreciación de mixer

La planta cuenta con 14 mixer, de los cuales mantenimiento garantiza la disponibilidad de 12 y 2 están constantemente en taller, esto quiere decir, que en depreciación se considerará 12 mixer.

- Precio de mixer: S/. 350,000
- Cantidad: 12
- Depreciación: 8 años
- Depreciación mensual:

$$\frac{S/.350,000 \times 12}{12 \text{ meses} \times 8 \text{ años}}$$

$$S/.43,750$$

5.1.8. Costos de equipos de bombeo

Como se explicó anteriormente, los equipos de bombeo al igual que sus costos, se distribuyen entre todas las plantas de Arequipa, aproximadamente este costo es de S/. 4.5 por m³ producido.

- Costo por m³: S/. 4.5

- m³ anuales: 83,811.66 m³
- Costo anual:

$$S/. 4.5 \times 83,811.66 m^3$$

$$S/. 377,152.47$$

5.1.9. Depreciación de camioneta

- Precio de camioneta: S/. 75,600
- Depreciación: 5 años
- Depreciación mensual:

$$\frac{S/. 75,600}{12 \text{ meses} \times 5 \text{ años}}$$

$$S/. 1260$$

5.1.10. Mantenimiento

El mantenimiento actualmente se maneja mediante ratios de soles x m³ que se basan en el histórico y proponiendo mejoras constantes para mejorarlos.

- Mano de obra: S/. 4.50 x m³
- Lubricantes: S/. 0.1 x m³
- Suministros: S/. 0.8 x m³
- Depreciación de herramientas: S/. 0.4 x m³
- Repuestos: S/. 6.5 x m³
- Costo de mantenimiento por m³:

$$4.5 + 0.1 + 0.8 + 0.4 + 6.5$$

$$S/. 12.30$$

Cuadro N° 5. 5. Costo total de mantenimiento.

	Pronóstico Producción - 2015	Mano de Obra	Lubricantes	Suministros	Depreciación herramientas	Repuestos	Total Mantenimiento
Trim - I	18,959.99 m³	S/. 85,319.96	S/. 1,896.00	S/. 15,167.99	S/. 7,584.00	S/. 123,239.94	S/. 233,207.88
Trim - II	17,341.34 m³	S/. 78,036.03	S/. 1,734.13	S/. 13,873.07	S/. 6,936.54	S/. 112,718.71	S/. 213,298.48
Trim - III	23,023.09 m³	S/. 103,603.91	S/. 2,302.31	S/. 18,418.47	S/. 9,209.24	S/. 149,650.09	S/. 283,184.01
Trim - IV	24,487.24 m³	S/. 110,192.58	S/. 2,448.72	S/. 19,589.79	S/. 9,794.90	S/. 159,167.06	S/. 301,193.05
Total	83,811.66 m³	S/. 377,152.47	S/. 8,381.17	S/. 67,049.33	S/. 33,524.66	S/. 544,775.79	S/. 1,030,883.42

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

5.1.11. Depreciación de equipos de cómputo

- Precio de computadora: S/. 3080
- Cantidad: 3
- Depreciación: 3 años
- Depreciación mensual:

$$\frac{S/.3080 \times 3}{12 \text{ meses} \times 3 \text{ años}}$$

$$S/.85.56$$

5.1.12. Depreciación de mueblería

- Precio de escritorio y silla: S/. 1450
- Cantidad: 3
- Depreciación: 5 años
- Depreciación mensual:

$$\frac{S/.1450 \times 3}{12 \text{ meses} \times 5 \text{ años}}$$

$$S/.72.5$$

5.1.13. Costo de Materias Primas

Costo del cemento actual

Actualmente aproximadamente el 40% del cemento que se compra se hace en Big Bag, debido a una mala programación y planificación del cemento.

- Precio del cemento por Big Bag de 1.5 t: S/.602
- Cantidad de cemento en Big Bag a comprar año: 7488
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.30.1
- Tamaño de Pedido: 40 und.
- Precio del cemento a granel por tonelada: S/.392.5
- Cantidad de cemento a granel a comprar año: 16847
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.11.78
- Tamaño de Pedido: 60 t.
- Costo de Pedir: S/.8.06

$$602 * 7488 + 7488 * 30.1 + \frac{7488}{40} * 8.06$$

$$S/.4734672.97$$

$$392.5 * 16847 + 16847 * 11.78 + \frac{16847}{60} * 8.06$$

$$S/.6813083.05$$

- Costo Total Cemento:

$$S/.4734672.97 + S/.6813083.05$$

$$S/.11547756.02$$

Costo del cemento propuesto

Como se puede observar, el cemento a granel tiene un menor precio al cemento en Big Bag, por lo que se utilizará en su totalidad.

- Precio del cemento a granel por tonelada: S/.392.5
- Cantidad de cemento a granel a comprar año: 28077
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.11.78
- Tamaño de Pedido: 210 t.
- Costo de Pedir: S/.8.06

$$392.5 * 28077 + 28077 * 11.78 + \frac{28077}{210} * 8.06$$

$$S/.11351906.33$$

Costo de arena actual

- Precio de la arena por m³: S/. 42.8
- Cantidad de arena a comprar año: 54477.58
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/. 2.78
- Tamaño Pedido: 4 volquetadas de 21 m³ c/u
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$42.8 * 54477.58 + 54477.58 * 2.78 + \frac{54477.58}{21 * 4} * 8.06$$

$$S/.2488421.97$$

Costo de arena propuesto

- Precio de la arena por m³: S/. 42.8
- Cantidad de arena a comprar año: 54477.58
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/. 2.78
- Tamaño Pedido: 25 volquetadas de 21 m³ c/u
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$42.8 * 54477.58 + 54477.58 * 2.78 + \frac{54477.58}{21 * 27} * 8.06$$

$$S/.2483971.07$$

Costo de piedra ¾ actual

- Precio de la piedra por m³: S/. 48.5
- Cantidad de piedra a comprar año: 41067.71
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.2.43
- Tamaño Pedido: 4 volquetadas de 21 m³ c/u
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$48.5 * 41067.71 + 41067.71 * 2.43 + \frac{41067.71}{21 * 4} * 8.06$$

$$S/.2095312.13$$

Costo de piedra ¾ propuesto

- Precio de la piedra por m³: S/. 48.5
- Cantidad de piedra a comprar año: 41067.71
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.2.43
- Tamaño Pedido: 525 volquetadas de 21 m³ c/u
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$48.5 * 41067.71 + 41067.71 * 2.43 + \frac{41067.71}{21 * 525} * 8.06$$

S/.2092003.52

Costo de piedra 1 actual

- Precio de la piedra por m³: S/. 45.3
- Cantidad de piedra a comprar año: 41067.71
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.2.27
- Tamaño Pedido: 4 volquetadas de 21 m³ c/u
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$45.3 * 41067.71 + 41067.71 * 2.27 + \frac{41067.71}{21 * 4} * 8.06$$

S/.838853.4

Costo de piedra 1" propuesto

- Precio de la piedra por m³: S/. 45.3
- Cantidad de piedra a comprar año: 41067.71
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.2.27
- Tamaño Pedido: 357 volquetadas de 21 m³ c/u
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$45.3 * 41067.71 + 41067.71 * 2.27 + \frac{41067.71}{21 * 357} * 8.06$$

S/.837562.53

Costo de aditivo 290N Actual

- Precio del aditivo por m³: S/. 2.10

- Cantidad de aditivo a comprar año: 205338.57
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.0.32
- Tamaño Pedido: 10000 Litros
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$2.1 * 205338.57 + 205338.57 * 0.32 + \frac{205338.57}{10000 * 1} * 8.06$$

S/.431376.74

Costo de aditivo 290N Propuesto

- Precio del aditivo por m³: S/. 2.10
- Cantidad de aditivo a comprar año: 205338.57
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.0.32
- Tamaño Pedido: 5000 Litros
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$2.1 * 205338.57 + 205338.57 * 0.32 + \frac{205338.57}{5000 * 1} * 8.06$$

S/.431542.17

Costo de aditivo 306 Actual

- Precio del aditivo por m³: S/. 3.20
- Cantidad de aditivo a comprar año: 73754.26
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.0.48
- Tamaño Pedido: 10000 Litros
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$3.2 * 73754.26 + 73754.26 * 0.48 + \frac{73754.26}{10000 * 1} * 8.06$$

S/.236073.53

Costo de aditivo 306 Propuesto

- Precio del aditivo por m³: S/. 3.20
- Cantidad de aditivo a comprar año: 73754.26
- Costo anual de mantener una unidad en el inventario: S/.0.48
- Tamaño Pedido: 5000 Litros
- Costo de Pedir: S/. 8.06

$$3.2 * 73754.26 + 73754.26 * 0.48 + \frac{73754.26}{5000 * 1} * 8.06$$

S/.236132.95

5.1.14. Costo de flete por pedidos de urgencia

El costo por un pedido de emergencia tiene un costo adicional, al hacer una correcta planificación de los consumos, pedidos y stock de seguridad, se eliminan por completo estos costos.

- Costo de pedido de emergencia: S/.450.00
- Pedidos de emergencia promedio mensual: 6
- Costo mensual promedio de pedidos de emergencia:

$$S/.450.00 \times 6 \text{ pedidos}$$

S/.2700.00

5.1.15. Costo de combustible

Costo actual de combustible Camioneta

- Consumo: 5 galones x día

- Precio por galón: S/. 11.3
- Costo anual de combustible:

$$5 \times 25 \times 11.3 \times 12$$

$$\text{S/}.16950$$

Costo actual de combustible Mixer

- Ratio $\text{m}^3 \times \text{hm}$: 2.41
- Consumo x hm: 1.7 galones por m^3
- Precio por galón: S/. 11.3

Cuadro N° 5. 6. Costo de consumo de combustible de mixer – actual.

	Pronóstico 2014 - m^3	Horas máquina actual	Consumo de combustible - galones	Costo de combustible
Trim - I	18959.99	7873.45	13384.87	S/. 151,249
Trim - II	17341.34	7201.28	12242.18	S/. 138,337
Trim - III	23023.09	9560.72	16253.23	S/. 183,662
Trim - IV	24487.24	10168.74	17286.85	S/. 195,341
Total	83811.66	34804.20	59167.14	S/. 668,589

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Costo propuesto de combustible Mixer

- Ratio $\text{m}^3 \times \text{hm}$: 2.59
- Consumo x hm: 1.7 galones por m^3
- Precio por galón: S/. 11.3

Cuadro N° 5. 7. Costo de consumo de combustible de mixer – propuesto.

Pronóstico 2014 - m^3	Horas máquina actual	Consumo de combustible - galones	Costo de combustible
-----------------------------------	----------------------------	---	-------------------------

Trim - I	18959.99	7310.54	12427.92	S/. 140,436
Trim - II	17341.34	6686.43	11366.93	S/. 128,446
Trim - III	23023.09	8877.18	15091.21	S/. 170,531
Trim - IV	24487.24	9441.72	16050.93	S/. 181,376
Total	83811.66	32315.88	54936.99	S/. 620,788

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.16. Costo por servicios

Servicios básicos:

Para los servicios básicos, se paga un monto fijo por estar ubicados en zona industrial y acuerdo con otras empresas del grupo

Agua:

- Costo agua mensual: S/.200.00

Electricidad:

- Costo electricidad mensual: S/.9145.74

Servicio de comunicaciones:

Internet:

- Costo de internet: 120 soles mensuales

Servicio RPM:

- Costo por servicio RPM: 45 soles mensuales
- Cantidad de RPM: 4
- Costo total por servicio RPM mensual:

$$S/.45.00 \times 4 \text{ RPM}$$

$$S/.180.00$$

Servicio de vigilancia:

- Costo servicio de vigilancia: 8925 soles mensuales

Servicio de disposición de residuos:

Este servicio se utiliza regularmente, para la eliminación de escombros, residuos de concreto, etc.

- Costo servicio de disposición de residuos: 1350 soles mensuales

Seguros - SOAT:

- Costo SOAT – Mixer: S/.186.44 anual

- Costo mensual SOAT – Mixer:

$$\frac{S/.186.44 \times 12 \text{ meses}}{12 \text{ meses}}$$

$$S/.217.51$$

- Costo SOAT – Camioneta: S/. 125.87 anual

- Costo mensual SOAT – Camioneta:

$$\frac{S/.125.87}{12 \text{ meses}}$$

$$S/.18.13$$

- Costo mensual SOAT:

$$S/.217.51 + S/.18.13$$

$$S/.235.64$$

5.1.17. Personal administrativo

En este costo, se considera a todo el personal de Gerencia, superintendencia, logística, comercial, marketing, seguridad, costos,

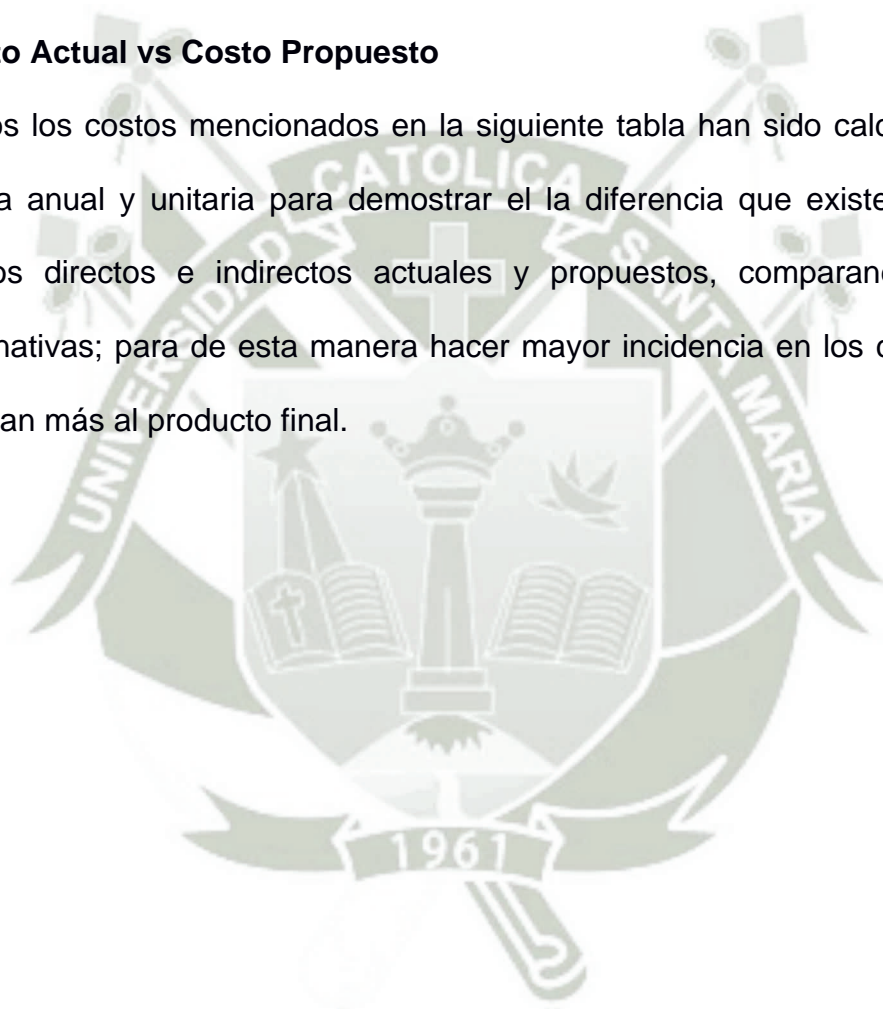
SIG, RRHH y servicios generales, repartidos en partes iguales entre todas las plantas, este personal al tener un horario fijo, no se consideran horas extra y se considera como costo fijo.

- Costo mensual personal administrativo:

S/.135,000.00

5.2. Costo Actual vs Costo Propuesto

Todos los costos mencionados en la siguiente tabla han sido calculados de forma anual y unitaria para demostrar el la diferencia que existe entre los costos directos e indirectos actuales y propuestos, comparando ambas alternativas; para de esta manera hacer mayor incidencia en los costos que afectan más al producto final.



Clasificación de Costo	Actual		Propuesto	
	S/. x año	S/. x m³	S/. x año	S/. x m³
Costos Directos				
Mano de Obra Directa				
Operador de Planta	41,958.55	0.50	38,480.50	0.46
Op. de Cargador Frontal	41,185.99	0.49	37,707.94	0.45
Ayudante de Planta	76,265.40	0.91	70,370.40	0.84
Materiales Directos				
Cemento	11,547,756.02	137.78	11,351,906.33	135.45
Arena	2,488,421.97	29.69	2,483,971.07	29.64
Piedra 3/4	2,095,312.13	25.00	2,092,003.52	24.96
Piedra 1	838,853.40	10.01	837,562.53	9.99
Agua	2,400.00	0.03	2,400.00	0.03
Aditivo 290N	431,376.74	5.15	431,542.17	5.15
Aditivo 306	236,073.53	2.82	236,132.95	2.82
Combustible	685,538.65	8.18	637,737.98	7.61
Subtotal	18,485,142.37	220.56	18,219,815.37	217.39
Costos Indirectos				
Mano de Obra Indirecta				
Jefe de Planta	89,159.20	1.06	81,299.20	0.97
Asistente de Operaciones	50,586.47	0.60	46,322.42	0.55
Operador de Camioneta	29,718.48	0.35	27,360.48	0.33
Vigía	25,421.80	0.30	23,456.80	0.28
Operador de Mixer	447,897.48	5.34	411,348.48	4.91
Técnico de Planta	33,977.72	0.41	31,226.72	0.37
Técnico de Campo	83,213.13	0.99	76,433.88	0.91
Materiales Indirectos				
Uniformes	7,577.94	0.09	7,577.94	0.09
EPPs	25,594.12	0.31	25,594.12	0.31
Servicios de terceros				
Flete urgencia	32,400.00	0.39	0.00	0.00
Electricidad	109,748.88	1.31	109,748.88	1.31
Internet	1,440.00	0.02	1,440.00	0.02
RPM	2,160.00	0.03	2,160.00	0.03
Vigilancia	107,100.00	1.28	107,100.00	1.28
Residuos	16,200.00	0.19	16,200.00	0.19
Otros Gastos Indirectos				
Depreciación Planta	201,600.00	2.41	201,600.00	2.41
Depreciación Contenedores	2,777.78	0.03	2,777.78	0.03
Depreciación mixer	525,000.00	6.26	525,000.00	6.26
Depreciación camioneta	15,120.00	0.18	15,120.00	0.18
Depreciación computadoras	1,026.72	0.01	1,026.72	0.01
Depreciación mueblería	870.00	0.01	870.00	0.01
Costo CF	187,291.12	2.23	174,760.78	2.09
Bombeo	377,152.47	4.50	377,152.47	4.50
Costo Mant.	1,030,883.42	12.30	1,030,883.42	12.30
SOAT - mixer	2,610.12	0.03	2,610.12	0.03
SOAT - Camioneta	217.56	0.003	217.56	0.003
Subtotal	3,406,744.40	40.65	3,299,287.76	39.37
Gastos Administrativos				
Personal administrativo	135,000.00	1.61	135,000.00	1.61
Subtotal	135,000.00	1.61	135,000.00	1.61
Total	22,026,886.78	262.81	21,654,103.13	258.37

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente cuadro clasificamos los costos fijos y variables para de esta manera poder distinguir en que tipos de costos es donde se está atacando.

Cuadro N° 5. 9. Diferencia entre costos actual vs propuesto por tipo.

Clasificación de Costo	Actual		Propuesto	
	S/. x año	S/. x m ³	S/. x año	S/. x m ³
Costos Fijos Mensuales				
Mano de Obra sin sobretiempos				
Jefe de Planta	72,899.20	0.87	72,899.20	0.87
Asistente de Operaciones	41,765.42	0.50	41,765.42	0.50
Operador de Planta	34,763.50	0.41	34,763.50	0.41
Op. de Cargador Frontal	33,990.94	0.41	33,990.94	0.41
Operador de Camioneta	24,840.48	0.30	24,840.48	0.30
Ayudante de Planta	64,070.40	0.76	64,070.40	0.76
Vigía	21,356.80	0.25	21,356.80	0.25
Operador de Mixer	372,288.48	4.44	372,288.48	4.44
Técnico de Planta	28,286.72	0.34	28,286.72	0.34
Técnico de Campo	69,188.88	0.83	69,188.88	0.83
Implementos				
Uniformes	7,577.94	0.09	7,577.94	0.09
EPPs	25,594.12	0.31	25,594.12	0.31
Servicio de terceros				
Flete urgencia	32,400.00	0.39	0.00	0.00
Electricidad	109,748.88	1.31	109,748.88	1.31
Internet	1,440.00	0.02	1,440.00	0.02
RPM	2,160.00	0.03	2,160.00	0.03
Vigilancia	107,100.00	1.28	107,100.00	1.28
Residuos	16,200.00	0.19	16,200.00	0.19
Depreciación				
Depreciación Planta	201,600.00	2.41	201,600.00	2.41
Depreciación Contenedores	2,777.78	0.03	2,777.78	0.03
Depreciación mixer	525,000.00	6.26	525,000.00	6.26
Depreciación camioneta	15,120.00	0.18	15,120.00	0.18
Depreciación computadoras	1,026.72	0.01	1,026.72	0.01
Depreciación mueblería	870.00	0.01	870.00	0.01
Seguros				
SOAT - mixer	2,610.12	0.03	2,610.12	0.03
SOAT - Camioneta	217.56	0.003	217.56	0.003
Gastos Administrativos				
Personal administrativo	135,000.00	1.61	135,000.00	1.61
Subtotal	1,949,893.93	23.27	1,917,493.93	22.88
Costos Variables				
Sobretiempos				
Jefe de Planta	16,260.00	0.19	8,400.00	0.10
Asistente de Operaciones	8,821.05	0.11	4,557.00	0.05
Operador de Planta	7,195.05	0.09	3,717.00	0.04
Op. de Cargador Frontal	7,195.05	0.09	3,717.00	0.04
Operador de Camioneta	4,878.00	0.06	2,520.00	0.03
Ayudante de Planta	12,195.00	0.15	6,300.00	0.08

Vigía	4,065.00	0.05	2,100.00	0.03
Operador de Mixer	75,609.00	0.90	39,060.00	0.47
Técnico de Planta	5,691.00	0.07	2,940.00	0.04
Técnico de Campo	14,024.25	0.17	7,245.00	0.09
Materias Primas e Insumos				
Cemento	11,547,756.02	137.78	11,351,906.33	135.45
Arena	2,488,421.97	29.69	2,483,971.07	29.64
Piedra 3/4	2,095,312.13	25.00	2,092,003.52	24.96
Piedra 1	838,853.40	10.01	837,562.53	9.99
Agua	2,400.00	0.03	2,400.00	0.03
Aditivo 290N	431,376.74	5.15	431,542.17	5.15
Aditivo 306	236,073.53	2.82	236,132.95	2.82
Combustible	685,538.65	8.18	637,737.98	7.61
Equipos				
Costo CF	187,291.12	2.23	174,760.78	2.09
Servicios				
Bombeo	377,152.47	4.50	377,152.47	4.50
Costo Mant.	1,030,883.42	12.30	1,030,883.42	12.30
Subtotal	20,076,992.85	239.55	19,736,609.21	235.49
Total	22,026,886.78	262.81	21,654,103.13	258.37

Fuente: Elaboración Propia.

5.3. Análisis Económico

Para poder optimizar los procesos de acuerdo a las mejoras propuestas, es necesario realizar una inversión para iniciar el proyecto.

Cuadro N° 5. 10. Inversión anual del sistema propuesto.

Inversión del Sistema Propuesto		
Concepto	Observaciones	Monto
Costo de Balanza - 5.5 t	Costo de balanza industrial digital de 5.5 t	S/. 8,960.00
Flete de Balanza	Flete por envío de balanza desde Argentina	S/. 3,640.00
Instalación de Balanza (Tercero)	La instalación será hecha por un tercero contratado por la empresa	S/. 15,000.00
Costo del estudio	Costos originados por la medición del trabajo, investigación, planificación y propuesta de optimización	S/. 7,500.00
Costo total de inversión		S/. 35,100.00

Fuente: Elaboración Propia.

Estos costos han sido elaborados para un periodo de un año, tiempo de duración de los métodos del sistema propuesto. Dichos costos serán recuperados en el primer año. Demostrando mediante la aplicación de indicadores económicos presentados a continuación.

5.3.1. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

VAN = Valor actual neto

V_t = Flujos de caja en cada periodo t

I_0 = Valor del desembolso inicial de la inversión

n = Número de periodos considerado

k = Costo de Capital

Para el caso del estudio se tiene:

- $V_t = S/.31,065.30$
- $I_0 = S/.35,100.00$
- $n = 12$ meses
- $k = 16\%$ anual

Para obtener el VAN primero se debe convertir el Costo de Capital anual a mensual:

$$(1 + k_{anual})^1 = (1 + k_{Mensual})^{12}$$

$$(1 + 0.16)^1 = (1 + k_{Mensual})^{12}$$

$$k_{Mensual} = 1.24\%$$

Obtenido el costo de Capital mensual, calcularemos el VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^{12} \frac{31,065.30}{(1 + 0.0124)^t} - 35,100$$

$$VAN = 309,298.22$$

De igual forma se puede calcular el VAN acumulando los montos concernientes a cada mes del año, teniendo como base la misma tasa mensual (1.24%), como se presenta en la siguiente tabla:

Cuadro N° 5. 11. Cálculo del VAN con acumulación de montos mensual.

Periodo	Flujo	Flujo Actualizado
0	-S/. 35,100.00	-35,100.00
1	S/. 31,065.30	30,684.81
2	S/. 31,065.30	30,308.98
3	S/. 31,065.30	29,937.75
4	S/. 31,065.30	29,571.07
5	S/. 31,065.30	29,208.88
6	S/. 31,065.30	28,851.13
7	S/. 31,065.30	28,497.76
8	S/. 31,065.30	28,148.71
9	S/. 31,065.30	27,803.94
10	S/. 31,065.30	27,463.40
11	S/. 31,065.30	27,127.02
12	S/. 31,065.30	26,794.77
		309,298.22

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

- $VAN > 0 \rightarrow$ La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida.
- $VAN = 0 \rightarrow$ La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas.
- $VAN < 0 \rightarrow$ La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida.
- Como se ha demostrado, el VAN resulta ser mayor que 0, lo que hace aceptable este proyecto desde el punto de vista económico.

5.3.2. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es un indicador económico que nos brinda el costo de capital para la cual el VAN es igual a cero. Sirve para medir el rendimiento ponderado que el proyecto reporta al inversionista.

Se acepta el proyecto cuando la TIR es mayor que el costo de capital adoptado por el VAN.

$$0 = \sum_{t=1}^{12} \frac{31,065.30}{(1 + TIR)^{12}} - 35,100$$

$$TIR = 88.46\%$$

Como queda demostrado, la TIR nos da 88.46% anual, lo que es claramente superior al 16% anual utilizado para el presente proyecto, lo que hace también aceptable bajo el punto de vista de este indicador económico.

5.3.3. Cálculo del Beneficio – Costo

Este indicador financiero nos permitirá saber el rendimiento de la inversión realizada para este proyecto.

- El beneficio - costo se calcula dividiendo los beneficios totales obtenidos por el sistema propuesto entre los costos generados por el mismo.
- Los beneficios totales para este proyecto resultan de calcular la

utilidad de operación neta del sistema propuesto en un año.

- Los costos totales son presentados por la inversión inicial necesaria para poner en marcha el estudio.

$$B/C = \frac{\text{Beneficios Totales}}{\text{Costos Totales}}$$

$$B/C = \frac{372,783.64}{35,100}$$

$$B/C = 10.62$$

Como el B/C arroja un resultado mayor a 1, se puede afirmar que este proyecto es absolutamente rentable.

CONCLUSIONES

Primera: La propuesta de optimización incrementará la productividad de los siguientes indicadores:

- Horas hombre dosificación
- Horas hombre transporte
- Horas máquina mixer
- Productividad de cargador frontal
- Utilización de cargador frontal

Segunda: La observación previa del sistema actual de los procesos de carguío de tolvas de agregados, determinó que existe un cuello de botella con que se viene realizando este proceso. La puesta en marcha de este estudio, eliminará esta deficiencia.

Tercera: En el análisis del sistema actual, se halló un segundo cuello de botella en el proceso de batido e inspección. Con el desarrollo de este estudio, se proponen mejoras para eliminarlo.

Cuarta: Al eliminar los 2 cuellos de botella, hará que todo el proceso sea más fluido, incrementando la capacidad de producción de 55.7 m³/h a 60 m³/h.

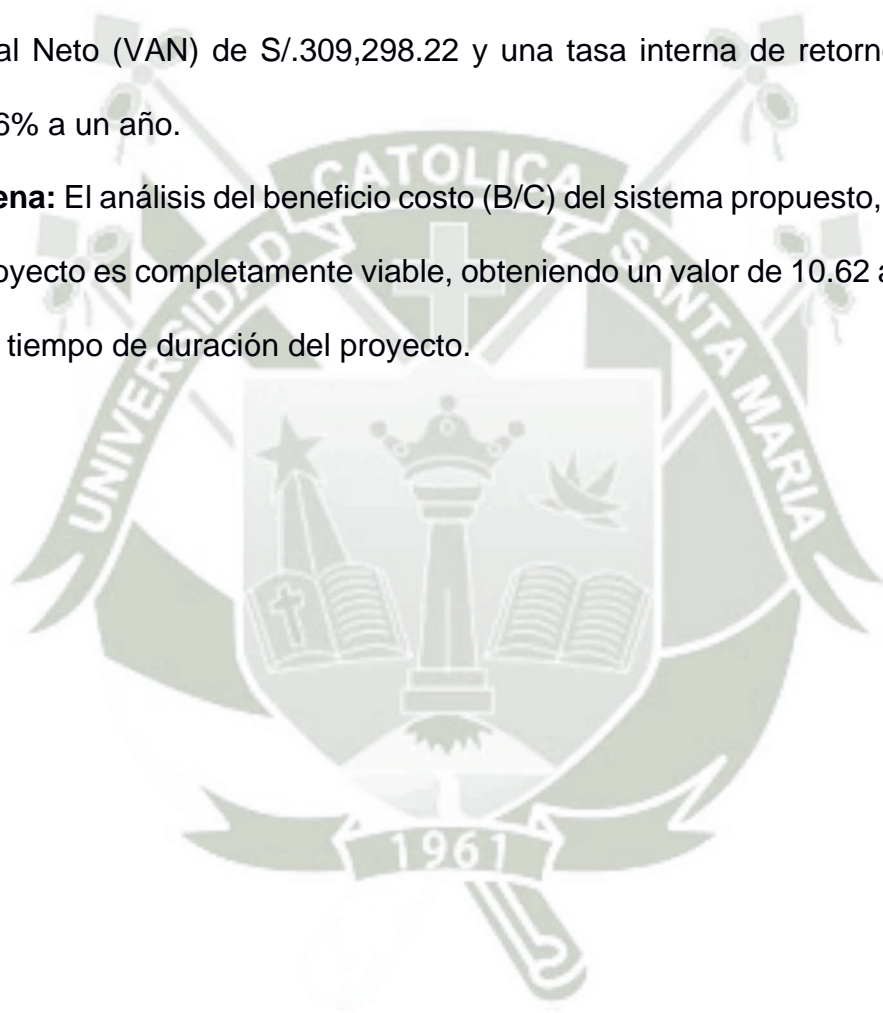
Quinta: Al planificar la producción nos permitirá afrontar de forma inteligente todos los cambios que puedan ocurrir en el futuro y reducir los costos en la planificación de inventarios. El sistema propuesto nos permitirá reducir los costos de pedir, costos por material faltante y costos de adquisición.

Sexta: Al poder determinar la demanda futura se podrá planificar los lotes de compra y determinar los inventarios de seguridad; eliminando las paradas de producción por falta de materia prima.

Séptima: El beneficio real que se obtendrá mediante la aplicación de la alternativa propuesta, incrementará la productividad en general un 7.7% en base al sistema actual, generando una reducción de costos de S/. 372,783.64 anual.

Octava: Mediante indicadores de evaluación de inversión, podemos afirmar que el sistema propuesto es completamente rentable, al obtener un Valor Actual Neto (VAN) de S/.309,298.22 y una tasa interna de retorno (TIR) de 88.46% a un año.

Novena: El análisis del beneficio costo (B/C) del sistema propuesto, indica que el proyecto es completamente viable, obteniendo un valor de 10.62 al año, que es el tiempo de duración del proyecto.



RECOMENDACIONES

Primera: Para reducir el tiempo del análisis de datos y obtener la demanda futura, se debe solicitar a la gerencia un software estadístico, así tendremos la información de manera oportuna y se reducirán al mínimo posibles errores.

Segunda: La planificación de la producción deberá realizarse todos los meses en coordinación con el área comercial, para tener una mayor confiabilidad en los datos y poder anticiparse a variaciones que puedan ocurrir, ya que este es el input para saber la cantidad de recursos que se utilizarán en el futuro.

Tercera: Se debe hacer seguimientos quincenales para medir la variación entre lo planificado y real, para así poder hacer ajustes al plan y ser los más confiable posible.

Cuarta: El cambio del tamaño de la tolva de agregados, deberá realizarse el sábado a partir del mediodía y todo el domingo para no afectar la producción, ni los despachos a clientes.

Quinta: El control y análisis de los indicadores de productividad, deberán ser llevados por el jefe de planta diariamente, e informar al jefe inmediato y planner sobre el resultado de estos, para hacer un plan más ajustado.

Sexta: El asistente administrativo, deberá enviar al planner, el cuadro propuesto para el control de inventarios al cierre de la jornada, para así controlar mejor la planificación de inventarios, lotes de compra e inventarios de seguridad.

Séptima: Crear una cultura organizacional que establezca una permanente medición del trabajo y la mejora de métodos, recopilando y

analizando datos a través de los métodos propuestos y a través de auditorías continuas de procesos.



BIBLIOGRAFÍA

- Tawfik, L. & Chauvel, A.M. (1992). Administración de la producción.

- ACI, American Concrete Institute (2011). "Manual of Concrete Practice".
- Antonio Álvarez P. (2001). "La medición de la Eficiencia y la Productividad".
- Betomac. "Planta Concretera Betonmac". Recuperado de <http://www.betonmac.com>
- Edward H. Frazelle (2001). "Estrategia de la cadena de abastecimiento".
- Enciclopedia Libre. "Concreto". Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>
- Francisco Jiménez. B., Carlos Espinoza G. (2007). "Costos Industriales".
- Heyman Jaques. (2001). "La ciencia de las estructuras".
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. "Producto Bruto Interno Total y por habitantes, serie 2011 – 2013".
- Leland T. Blank, Anthony J. Tarquin (2012). "Ingeniería Económica".

ANEXOS

Anexo N° 1. Tiempo de Carguío de Arena.

Tiempo de Carguío de arena a tolva de agregados (seg.)	
Cant. Min. de observaciones	8.1
Promedio	48.0
N°	Duración del proceso
1	49.9
2	42.9
3	51.6
4	52.4
5	49.4
6	50.5
7	50.2
8	43.8
9	43.4
10	46.2

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 2. Tiempo de Carguío de Agregados.

Tiempo de Carguío de piedra a tolva de agregados (seg.)	
Cant. Min. de observaciones	7.5
Promedio	48.0
N°	Duración del proceso
1	47.6
2	49.6
3	43.5
4	46.5
5	50.6
6	50.7
7	44.3
8	43.1
9	51.5
10	52.4

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 3. Tiempo de Carguío de Cemento.

Tiempo de Carguío de cemento a tolva (Seg.)	
Cant. Min. de observaciones	6.1
Promedio	90.0
N°	Duración del proceso
1	89.1
2	94.2
3	92.2
4	93.7
5	91.7
6	94.7
7	89.2
8	93.7
9	92.5
10	80.7
11	82.6
12	80.5
13	93.7
14	99.0
15	82.5

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 4. Tiempo de programación de Planta.

Tiempo de Programación de Planta (seg.)	
Cant. Min. de observaciones	8.1
Promedio	27.5
N°	Duración del proceso
1	28.1
2	25.3
3	29.3
4	30.8
5	24.7
6	28.2
7	25.8
8	29.1
9	25.4
10	28.3

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 5. Tiempo de pesado de materiales y carga de mixer.

Tiempo de Pesado de materiales y carga de mixer (seg.)	
Cant. Min. de observaciones	0.1
Promedio	587.0
N°	Duración del proceso
1	591.6
2	587.3
3	580.0
4	580.1
5	593.6
6	583.5
7	580.3
8	590.4
9	593.8
10	585.8
11	581.7
12	586.7
13	592.1
14	588.2
15	590.1

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 6. Tiempo de transporte a la zona de inspección.

Tiempo de Transporte a la zona de inspección (seg.)	
Cant. Min. de observaciones	1.0
Promedio	30.0
N°	Duración del proceso
1	28.6
2	30.9
3	30.5
4	29.7
5	30.0
6	30.1
7	30.2
8	30.2
9	30.8
10	28.6

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 7. Tiempo de batido e inspección.

Tiempo de Batido e Inspección (seg.)	
Cant. Min. de observaciones	0.1
Promedio	450.0
N°	Duración del proceso
1	452.9
2	446.3
3	440.7
4	452.4
5	453.4
6	451.5
7	451.9
8	453.4
9	445.6
10	449.1
11	452.5
12	453.3
13	447.2
14	454.0
15	445.8

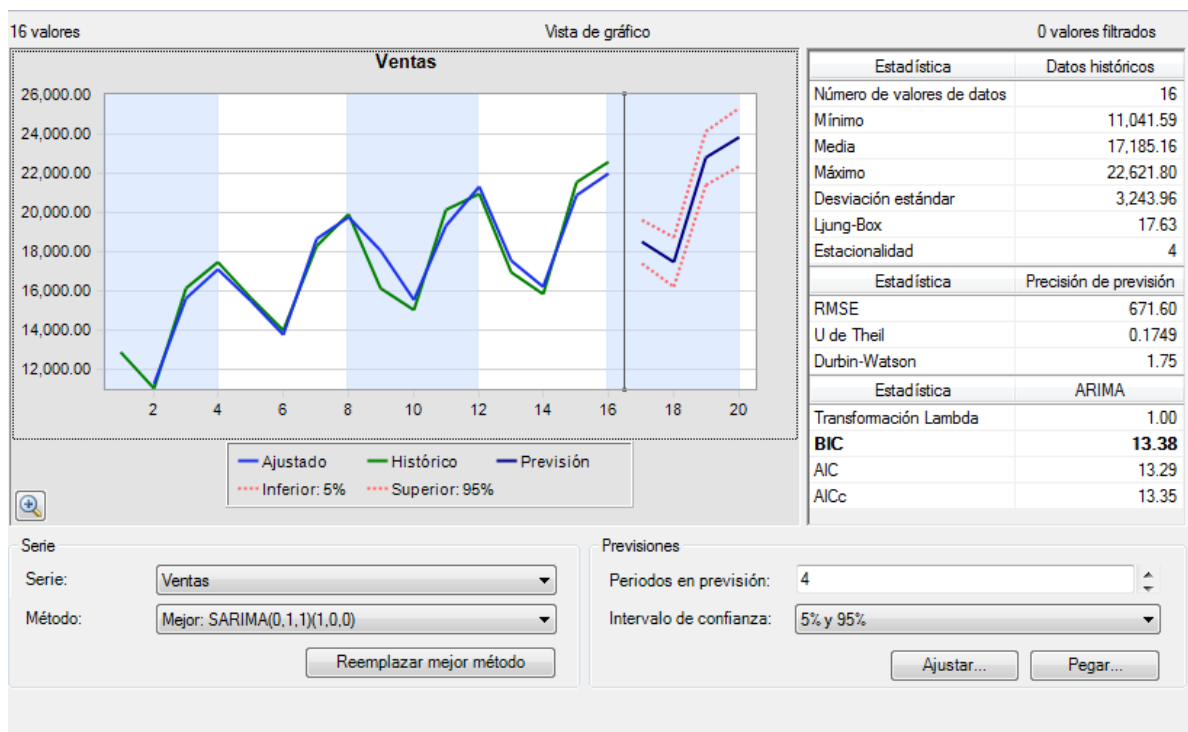
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 8. Datos para la proyección de demanda en Crystal Ball.

	Trimestre	Ventas
2011	1	12,926.74
	2	11,041.59
	3	16,158.43
	4	17,504.97
2012	5	15,619.82
	6	14,003.97
	7	18,312.89
	8	19,928.73
2013	9	16,158.43
	10	15,081.20
	11	20,198.04
	12	21,005.96
2014	13	16,966.35
	14	15,889.12
	15	21,544.57
	16	22,621.80
2015	17	18,508.00
	18	17,494.17
	19	22,816.79
	20	23,830.63

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 9. Resultados de la proyección de demanda para el 2015 con Crystal Ball.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 10. Comparación entre proyección manual y Crystal Ball.

		Manual	Crystal Ball	Diferencia	%
2015	Trim I	18,959.99	18,508.00	-451.99	-2.44%
	Trim II	17,341.34	17,494.17	152.83	0.87%
	Trim III	23,023.09	22,816.79	-206.30	-0.90%
	Trim IV	24,487.24	23,830.63	-656.61	-2.76%
Total		83,811.66	82,649.59	-1,162.07	-1.41%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 11. Costo de mano de obra actual.

Puesto:	Jefe de Planta	Asistente de Operaciones	Operador de Planta	Op. de Cargador Frontal	Operador de Camioneta	Ayudante de Planta	Vigía	Operador de Mixer	Técnico de Planta	Técnico de Campo
Categoría:	Empleado	Empleado	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero
Básico	S/. 4,000.00	S/. 2,170.00	S/. 1,770.00	S/. 1,770.00	S/. 1,200.00	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00	S/. 1,550.00	S/. 1,400.00	S/. 1,150.00
Costo por Hora	S/. 20.00	S/. 10.85	S/. 8.85	S/. 8.85	S/. 6.00	S/. 5.00	S/. 5.00	S/. 7.75	S/. 7.00	S/. 5.75
Costo por Horas Extra - 25%	S/. 750.00	S/. 406.88	S/. 331.88	S/. 331.88	S/. 225.00	S/. 187.50	S/. 187.50	S/. 290.63	S/. 262.50	S/. 215.63
Costo por Horas Extra - 35%	S/. 405.00	S/. 219.71	S/. 179.21	S/. 179.21	S/. 121.50	S/. 101.25	S/. 101.25	S/. 156.94	S/. 141.75	S/. 116.44
Costo por Horas Extra - 100%	S/. 200.00	S/. 108.50	S/. 88.50	S/. 88.50	S/. 60.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 77.50	S/. 70.00	S/. 57.50
Gratificación	S/. 666.67	S/. 361.67	S/. 295.00	S/. 295.00	S/. 200.00	S/. 166.67	S/. 166.67	S/. 258.33	S/. 233.33	S/. 191.67
Asignación Familiar	S/. 0.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 0.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 0.00
Vacaciones	S/. 333.33	S/. 180.83	S/. 147.50	S/. 147.50	S/. 100.00	S/. 83.33	S/. 83.33	S/. 129.17	S/. 116.67	S/. 95.83
Alimentación	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00
Seguro Social - 9%	S/. 360.00	S/. 195.30	S/. 159.30	S/. 159.30	S/. 108.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 139.50	S/. 126.00	S/. 103.50
Impuesto ext solid - 1.7%	S/. 68.00	S/. 36.89	S/. 30.09	S/. 30.09	S/. 20.40	S/. 17.00	S/. 17.00	S/. 26.35	S/. 23.80	S/. 19.55
CTS - 8.33%	S/. 333.33	S/. 180.83	S/. 147.50	S/. 147.50	S/. 100.00	S/. 83.33	S/. 83.33	S/. 129.17	S/. 116.67	S/. 95.83
SCTR - 1.04%	S/. 41.60	S/. 22.57	S/. 18.41	S/. 18.41	S/. 12.48	S/. 10.40	S/. 10.40	S/. 16.12	S/. 14.56	S/. 11.96
SCTR Pensión	S/. 12.00	S/. 6.51	S/. 5.31	S/. 15.93	S/. 8.16	S/. 9.00	S/. 9.00	S/. 13.95	S/. 4.20	S/. 7.82
Total Mano de Obra	S/. 7,429.93	S/. 4,215.54	S/. 3,496.55	S/. 3,432.17	S/. 2,476.54	S/. 2,118.48	S/. 2,118.48	S/. 3,110.40	S/. 2,831.48	S/. 2,311.48
Costo por Hora Hombre	S/. 29.72	S/. 16.86	S/. 13.99	S/. 13.73	S/. 9.91	S/. 8.47	S/. 8.47	S/. 12.44	S/. 11.33	S/. 9.25

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Anexo N° 12. Costo de mano de obra propuesto.

Puesto:	Jefe de Planta	Asistente de Operaciones	Operador de Planta	Op. de Cargador Frontal	Operador de Camioneta	Ayudante de Planta	Vigía	Operador de Mixer	Técnico de Planta	Técnico de Campo
Categoría:	Empleado	Empleado	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero	Obrero
Básico	S/. 4,000.00	S/. 2,170.00	S/. 1,770.00	S/. 1,770.00	S/. 1,200.00	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00	S/. 1,550.00	S/. 1,400.00	S/. 1,150.00
Costo por Hora	S/. 20.00	S/. 10.85	S/. 8.85	S/. 8.85	S/. 6.00	S/. 5.00	S/. 5.00	S/. 7.75	S/. 7.00	S/. 5.75
Costo por Horas Extra - 25%	S/. 500.00	S/. 271.25	S/. 221.25	S/. 221.25	S/. 150.00	S/. 125.00	S/. 125.00	S/. 193.75	S/. 175.00	S/. 143.75
Costo por Horas Extra - 35%	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
Costo por Horas Extra - 100%	S/. 200.00	S/. 108.50	S/. 88.50	S/. 88.50	S/. 60.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 77.50	S/. 70.00	S/. 57.50
Gratificación	S/. 666.67	S/. 361.67	S/. 295.00	S/. 295.00	S/. 200.00	S/. 166.67	S/. 166.67	S/. 258.33	S/. 233.33	S/. 191.67
Asignación Familiar	S/. 0.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 0.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 75.00	S/. 0.00
Vacaciones	S/. 333.33	S/. 180.83	S/. 147.50	S/. 147.50	S/. 100.00	S/. 83.33	S/. 83.33	S/. 129.17	S/. 116.67	S/. 95.83
Alimentación	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00
Seguro Social - 9%	S/. 360.00	S/. 195.30	S/. 159.30	S/. 159.30	S/. 108.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 139.50	S/. 126.00	S/. 103.50
Impuesto ext solid - 1.7%	S/. 68.00	S/. 36.89	S/. 30.09	S/. 30.09	S/. 20.40	S/. 17.00	S/. 17.00	S/. 26.35	S/. 23.80	S/. 19.55
CTS - 8.33%	S/. 333.33	S/. 180.83	S/. 147.50	S/. 147.50	S/. 100.00	S/. 83.33	S/. 83.33	S/. 129.17	S/. 116.67	S/. 95.83
SCTR - 1.04%	S/. 41.60	S/. 22.57	S/. 18.41	S/. 18.41	S/. 12.48	S/. 10.40	S/. 10.40	S/. 16.12	S/. 14.56	S/. 11.96
SCTR Pensión	S/. 12.00	S/. 6.51	S/. 5.31	S/. 15.93	S/. 8.16	S/. 9.00	S/. 9.00	S/. 13.95	S/. 4.20	S/. 7.82
Total Mano de Obra	S/. 6,774.93	S/. 3,860.20	S/. 3,206.71	S/. 3,142.33	S/. 2,280.04	S/. 1,954.73	S/. 1,954.73	S/. 2,856.59	S/. 2,602.23	S/. 2,123.16
Costo por Hora Hombre	S/. 27.10	S/. 15.44	S/. 12.83	S/. 12.57	S/. 9.12	S/. 7.82	S/. 7.82	S/. 11.43	S/. 10.41	S/. 8.49

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 13. Cantidad de uniformes anual.

Cantidad de uniformes utilizados por puesto de trabajo - Año

Puesto:	Jefe de Planta	Asist. de Operaciones	Op. de Planta	Op. de Cargador Frontal	Op. de Camioneta	Ayudante de Planta	Vigía	Operador de Mixer	Técnico de Planta	Técnico de Campo
Casaca empleado	1	1								
Camisa de tela	2	2								
Casaca de jean			1	1	1	1	1	1	1	1
Camisa de jean			2	2	2	2	2	2	2	2
Pantalon de jean Azul	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Chompa de lana			1	1	1	1	1	1	1	1
Zapatos de seguridad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Anexo N° 14. Costo de uniformes anual.

Costo de uniformes - año

Puesto:	Costo Unitario	Jefe de Planta	Asist. de Operaciones	Op. de Planta	Op. de Cargador Frontal	Op. de Camioneta	Ayudante de Planta	Vigía	Operador de Mixer	Técnico de Planta	Técnico de Campo	Total
Casaca empleado	S/. 65.50	S/. 65.50	S/. 65.50									S/. 131.00
Camisa de tela	S/. 24.10	S/. 48.20	S/. 48.20									S/. 96.40
Casaca de jean	S/. 55.00			S/. 55.00	S/. 55.00	S/. 55.00	S/. 165.00	S/. 55.00	S/. 660.00	S/. 55.00	S/. 165.00	S/. 1,265.00
Camisa de jean	S/. 26.00			S/. 52.00	S/. 52.00	S/. 52.00	S/. 156.00	S/. 52.00	S/. 624.00	S/. 52.00	S/. 156.00	S/. 1,196.00
Pantalon de jean Azul	S/. 25.80	S/. 51.60	S/. 51.60	S/. 51.60	S/. 51.60	S/. 51.60	S/. 154.80	S/. 51.60	S/. 619.20	S/. 51.60	S/. 154.80	S/. 1,290.00
Chompa de lana	S/. 21.48			S/. 21.48	S/. 21.48	S/. 21.48	S/. 64.44	S/. 21.48	S/. 257.76	S/. 21.48	S/. 64.44	S/. 494.04
Zapatos de seguridad	S/. 62.11	S/. 124.22	S/. 124.22	S/. 124.22	S/. 124.22	S/. 124.22	S/. 372.66	S/. 124.22	S/. 1,490.64	S/. 124.22	S/. 372.66	S/. 3,105.50
Costo total uniformes año		S/. 289.52	S/. 289.52	S/. 304.30	S/. 304.30	S/. 304.30	S/. 912.90	S/. 304.30	S/. 3,651.60	S/. 304.30	S/. 912.90	S/. 7,577.94

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Anexo N° 15. Cantidad de EPPs anual.

Cantidad de equipos utilizados por puesto de trabajo - Año

Puesto:	Jefe de Planta	Asistente de Operaciones	Operador de Planta	Op. de Cargador Frontal	Operador de Camioneta	Ayudante de Planta	Vigía	Operador de Mixer	Técnico de Planta	Técnico de Campo
Lentes de seguridad	6	2	6	6	6	12	12	12	12	12
Guantes badana con ribete y elástico			4	6	4	12	12	12	6	3
Chaleco de seg con cinta reflectiva	1	1	1	1	1	4	4	6	2	2
Casco industrial	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Tapones para oído	3	3	12	12	3	24	24	24	24	24
Mameluco blanco con capucha						300				
Guante cubierto de nitrilo						4			6	6
Guante latex con palma rugosa						4			6	6
Linterna de mano LED			1		1	1	2	1	1	
Anteojos sobrelentes	2	2	2	6	6	12	6	6	6	3
Cortaviendo drill azul	1		1	3	3	4	3	3	3	3
Respirador descartable	36		36	36		36				
Respirador de máscara completa	1					3				
Filtros del respirador de máscara	12					52				
Orejera para adaptar a casco	1									

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Anexo N° 16. Costo de EPPs anual.

Costo de EPPs - año

Puesto:	Costo Unitario	Jefe de Planta	Asistente de Operaciones	Operador de Planta	Op. de Cargador Frontal	Operador de Camioneta	Ayudante de Planta	Vigía	Operador de Mixer	Técnico de Planta	Técnico de Campo	Total
Lentes de seguridad	S/. 3.06	S/. 18.36	S/. 6.12	S/. 18.36	S/. 18.36	S/. 18.36	S/. 110.16	S/. 36.72	S/. 440.64	S/. 36.72	S/. 110.16	S/. 813.96
Guantes badana con ribete y elástico	S/. 6.50			S/. 26.00	S/. 39.00	S/. 26.00	S/. 234.00	S/. 78.00	S/. 936.00	S/. 39.00	S/. 58.50	S/. 1,436.50
Chaleco de seg con cinta reflectiva	S/. 36.89	S/. 36.89	S/. 36.89	S/. 36.89	S/. 36.89	S/. 36.89	S/. 442.68	S/. 147.56	S/. 2,656.08	S/. 73.78	S/. 221.34	S/. 3,725.89
Casco industrial	S/. 23.07	S/. 23.07	S/. 23.07	S/. 23.07	S/. 23.07	S/. 23.07	S/. 138.42	S/. 23.07	S/. 276.84	S/. 23.07	S/. 69.21	S/. 645.96
Tapones para oído	S/. 1.20	S/. 3.60	S/. 3.60	S/. 14.40	S/. 14.40	S/. 3.60	S/. 86.40	S/. 28.80	S/. 345.60	S/. 28.80	S/. 86.40	S/. 615.60
Mameluco blanco con capucha	S/. 13.40						S/. 12,060.00					S/. 12,060.00
Guante cubierto de nitrilo	S/. 17.97						S/. 215.64			S/. 107.82	S/. 323.46	S/. 646.92
Guante latex con palma rugosa	S/. 6.63						S/. 79.56			S/. 39.78	S/. 119.34	S/. 238.68
Linterna de mano LED	S/. 33.92			S/. 33.92		S/. 33.92	S/. 101.76	S/. 67.84	S/. 407.04	S/. 33.92		S/. 678.40
Anteojos sobrelentes	S/. 6.90	S/. 13.80	S/. 13.80	S/. 13.80	S/. 41.40	S/. 41.40	S/. 248.40	S/. 41.40	S/. 496.80	S/. 41.40	S/. 62.10	S/. 1,014.30
Cortaviendo drill azul	S/. 8.00	S/. 8.00		S/. 8.00	S/. 24.00	S/. 24.00	S/. 96.00	S/. 24.00	S/. 288.00	S/. 24.00	S/. 72.00	S/. 568.00
Respirador descartable	S/. 6.18	S/. 222.48		S/. 222.48	S/. 222.48		S/. 667.44					S/. 1,334.88
Respirador de máscara completa	S/. 42.00	S/. 42.00					S/. 378.00					S/. 420.00
Filtros del respirador de máscara	S/. 8.00	S/. 96.00					S/. 1,248.00					S/. 1,344.00
Orejera para adaptar a casco	S/. 51.03	S/. 51.03										S/. 51.03
Costo total EPPs año		S/. 515.23	S/. 83.48	S/. 396.92	S/. 419.60	S/. 207.24	S/. 16,106.46	S/. 447.39	S/. 5,847.00	S/. 448.29	S/. 1,122.51	S/. 25,594.12

Fuente: Empresa Concretos Supermix.

Anexo N° 17. Desglose de costos de Operador de Cargador Frontal.

Para las horas utilizadas por material trasladado en el cargador frontal se tomó el porcentaje que estas representarán para el 2015.

Total Agregados:	114364.57 m³	100%
Total Arena:	54,896.26 m³	48.00%
Total Piedra - 3/4":	41,471.55 m³	36.26%
Total Piedra - 1":	17,996.76 m³	15.74%

Fuente: Elaboración Propia.

Costo actual arena – cargador frontal:

$$(S/.3432.17 \times 3 \text{ meses}) \times 48\%$$

$$S/.4942.43$$

Costo total actual:

	Pronóstico 2015 - m³	S/. Máquina Cargador Frontal	S/. Mano de Obra Cargador Frontal
Trim - I	18959.99	S/. 20,337.71	S/. 4,942.43
Trim - II	17341.34	S/. 18,601.44	S/. 4,942.43
Trim - III	23023.09	S/. 24,696.06	S/. 4,942.43
Trim - IV	24487.24	S/. 26,266.60	S/. 4,942.43
Total	83811.66	S/. 109,671.54	

Fuente: Elaboración Propia.

Costo propuesto arena – cargador frontal:

$$(S/.3142.33 \times 3 \text{ meses}) \times 48\%$$

$$S/.4525.06$$

Costo total propuesto:

	Pronóstico 2015 - m³	S/. Máquina Cargador Frontal	S/. Mano de Obra Cargador Frontal
Trim - I	18959.99	S/. 18,977.06	S/. 4,525.06
Trim - II	17341.34	S/. 17,356.95	S/. 4,525.06
Trim - III	23023.09	S/. 23,043.82	S/. 4,525.06
Trim - IV	24487.24	S/. 24,509.28	S/. 4,525.06
Total	83811.66	S/. 101,987.33	

Fuente: Elaboración Propia.

Costo actual piedra – cargador frontal:

$$(S/.3432.17 \times 3 \text{ meses}) \times 52\%$$

$$S/.5354.06$$

Costo total actual:

	Pronóstico 2015 - m³	S/. Máquina Cargador Frontal	S/. Mano de Obra Cargador Frontal
Trim - I	18959.99	S/. 22,031.54	S/. 5,354.06
Trim - II	17341.34	S/. 20,150.67	S/. 5,354.06
Trim - III	23023.09	S/. 26,752.87	S/. 5,354.06
Trim - IV	24487.24	S/. 28,454.22	S/. 5,354.06
Total	83811.66	S/. 118,805.57	

Fuente: Elaboración Propia.

Costo propuesto – cargador frontal:

$$(S/.3142.33 \times 3 \text{ meses}) \times 52\%$$

$$S/.4901.93$$

Costo total propuesto:

	Pronóstico 2015 - m³	S/. Máquina Cargador Frontal	S/. Mano de Obra Cargador Frontal
Trim - I	18959.99	S/. 20,557.57	S/. 4,901.93
Trim - II	17341.34	S/. 18,802.53	S/. 4,901.93
Trim - III	23023.09	S/. 24,963.03	S/. 4,901.93
Trim - IV	24487.24	S/. 26,550.55	S/. 4,901.93
Total	83811.66	S/. 110,481.38	

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo N° 18. Costo actual total – Materias Primas.

EOQ - 2015									
Material	Demanda	Und.	Cantidad de Pedido	Número de pedidos	Costo de Pedir	Exceso pedido	Costo anual mantener en inventario	Costo pedir + Costo inventario	Costo unitario
Cemento	27,303.80	T	210	131.00	S/. 1,130.53	206.20	S/. 2,237.27	S/. 3,367.80	S/. 392.07
Arena	54,896.26	m³	1029	54.00	S/. 466.02	669.74	S/. 602.77	S/. 1,068.79	S/. 34.56
Piedra 3/4	41,471.55	m³	945	44.00	S/. 379.72	108.45	S/. 87.84	S/. 467.56	S/. 33.32
Piedra 1"	17,996.76	m³	630	29.00	S/. 250.27	273.24	S/. 221.32	S/. 471.59	S/. 34.28
Agua	21,517.72	m³	-	-	-	-	-	-	-
Aditivo 290	205,662.80	L	5000	42.00	S/. 362.46	4337.20	S/. 13,662.18	S/. 14,024.64	S/. 2.15
Aditivo 306	73,346.40	L	5000	15.00	S/. 129.45	1653.60	S/. 5,208.84	S/. 5,338.29	S/. 3.25

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 19. Costo propuesto total – Materias Primas.

EOQ - 2015										
Material	Demanda	Und.	Cantidad de Pedido	Número de pedidos	Costo de Pedir	Exceso pedido	Costo anual mantener en inventario	Costo pedir + Costo inventario	Envase	Costo unitario
Cemento Granel	16,382.28	T	60	456.00	S/. 3,935.28	56.20	S/. 609.77	S/. 4,545.05	-	S/. 399.05
Cemento BB	10,921.52	T							S/. 189,332.00	
Arena	54,896.26	m³	210	262.00	S/. 2,261.06	123.74	S/. 111.37	S/. 2,372.43	-	S/. 34.58
Piedra 3/4	41,471.55	m³	315	132.00	S/. 1,139.16	108.45	S/. 87.84	S/. 1,227.00	-	S/. 33.34
Piedra 1"	17,996.76	m³	315	58.00	S/. 500.54	273.24	S/. 221.32	S/. 721.86	-	S/. 34.29
Agua	21,517.72	m³	-	-	-	-	-	-	-	-
Aditivo 290	205,662.80	L	5000	42.00	S/. 362.46	4337.20	S/. 13,662.18	S/. 14,024.64	-	S/. 2.15
Aditivo 306	73,346.40	L	5000	15.00	S/. 129.45	1653.60	S/. 5,208.84	S/. 5,338.29	-	S/. 3.25

Fuente: Elaboración Propia.